MINISTÈRE DES MINES

Division des Mines

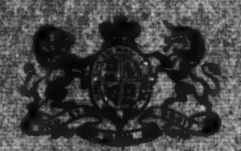
Hon. Louis Coderre, Ministre; A. P. Low, LL.D., Sous Ministre;
Eugene Haanel, Ph. D., Directeur.

GRAPHITE

PROPRIÉTÉS, GISEMENTS, TRAITEMENTS ET USAGES.

PAR

Fritz Cirkel, Ingénieur des Mines



TRADUIT DE L'ANGLAIS PAR

J. A. FORTIER.

OTTAWA, CANADA.

1912

No. 208

MINISTERE DES MINES

Division des Mines

Hon. William Templeman, Ministre.
Eugene Haanel, Ph. D., Directeur des Mines.

GRAPHITE

PROPRIETES, GISEMENTS, TRAITEMENTS ET USAGES.

PAR

Fritz Cirkel, Ingénieur des Mines.



TRADUIT DE L'ANGLAIS PAR

J. A. FORTIER.

OTTAWA, CANADA.

1907

Montréal, 1er juillet, 1906.

M. le Docteur Haanel,

Directeur des Mines,

Ottawa, Ont.

Monsieur,

J'ai l'honneur de vous soumettre mon rapport sur les gisements de graphite du Canada, accompagné d'un résumé des connaissances actuelles en ce qui concerne les gisements de graphite de l'étranger.

J'y ai joint une étude des procédés de purification et des emplois du graphite, basée sur l'examen et la visite que j'ai pu faire d'un certain nombre d'usines pour le traitement du graphite et de manufactures de crayons et de creusets au Canada, aux Etats-Unis, en Bavière et en Autriche.

Je suis heureux de vous remercier de toute l'assistance que vous m'avez donnée en m'aidant de vos conseils et de votre bienveillante critique de mon manuscrit.

J'ai l'honneur d'être, Monsieur,

Votre humble serviteur,

Fritz Cirkel.

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE III

ORIGINE DU GRAPHITE

CHAPITRE IV

COMPOSITION DES MINERAIS DE GRAPHITE

CHAPITRE V

QUALITES DES GRAPHITES DU COMMERCE

CHAPITRE VI

DETERMINATION DE LA VALEUR DES GRAPHITES

Page

CHAPITRE VII

PRODUCTION, EXPORTATION ET IMPORTATION DU GRAPHITE

CHAPITRE VIII

PREPARATION ET TRAITEMENT DES MINERAIS DE GRAPHITE

CHAPITRE IX

EMPLOIS DU GRAPHITE

LISTE DES PLANCHES

LISTE DES CARTES DE DISTRICTS A GRAPHITE

PROVINCE DE QUEBEC

Cantons de Bouchette, Cameron et Wright.

Canton d'Amherst.

Cantons de Buckingham et Lochaber.

Comté d'Argenteuil. Comté d'Ottawa.

PROVINCE D'ONTARIO

Cantons de Bedford, Loughborough, Crosby N., Burgess et Elmsley N

Cantons d'Ashby, Denbigh, Faraday et Dungannon.

Cantons de Brougham et Blithfield.

Canton de Marmora.

Canton de Westmeath.

PLANCHE I.



Minerai de graphite du Canada: Graphite pur en veine ayant une structure lamellaire

INTRODUCTION

Le graphite est un minéral dont la distribution est mondiale et dont les applications aux arts et à l'industrie sont nombreuses. L'auteur espère que ce traité sur le graphite, où se trouvent résumées toutes les données pratiques que l'on a aujourd'hui sur ce minéral, intéressera non seulement ceux qui en exploitent des gisements mais encore ceux qui ne s'occupent du graphite ou de ses produits qu'à un point de vue purement commercial. Les informations publiées sur ce sujet sont rares et disséminées dans les journaux et publications scientifiques et dans les rapports officiels et il était très difficile de se faire une idée exacte de l'état actuel de l'industrie du graphite dans ses différentes phases.

Dans la présente étude, l'auteur étudie les gisements géologiques du minéral au Canada et ailleurs, la forme et la structure du minerai, ses origines, sa composition, et ses propriétés, les différentes méthodes de traitement et enfin les applications du minéral purifié. Les chapitres traitant des propriétés, des modes de gisement et des applications exposent le sujet d'une manière aussi concise et aussi complète que le permettaient les circonstances; mais l'auteur reconnait que le chapitre parlant du traitement du minerai est incomplet, par suite du manque d'informations sûres. La plupart des propriétaires d'usines où l'on traite le graphite ne veulent donner que peu de renseignements sur leurs procédés de purification, et on peut même dire que c'est une des industries sur lesquelles non seulement il n'y a presque rien eu de publié, mais encore dans laquelle il est difficile, sinon impossible, d'étudier les différentes méthodes de traitement dans le but de les généraliser. Chaque usine a son propre procédé ,adopté à la nature du minerai afin de se conformer aux exigences du commerce.

L'auteur s'est donc contenté d'énumérer et de décrire les machines à sécher, à broyer et à concentrer qui ont été employées jusqu'ici. Il a également résumé les principes d'après lesquels est effectuée la séparation du minéral et de sa gangue, et quelques-uns des dispositifs employés maintenant dans les usines du Nouveau Monde et de l'Europe. Mais pour les raisons énoncées ci-dessus, il n'a pas entrepris de décrire les procédés par lesquels sont obtenues les différentes qualités de graphite.

L'auteur désire remercier les propriétaires et les directeurs de mines et d'usines, ainsi que les fabricants de machines qui ont bien voulu lui

fournir des renseignements. Il se fait aussi un devoir d'exprimer tou
sa reconnaissance au Dr Eugène Haanel, Directeur des Mines à Ottaw
et au Dr J. T. Donald, de Montréal, pour leurs conseils et leur bienve
lante critique du manuscrit de cet ouvrage.

Montréal, 2 juillet, 1906. FRITZ CIRKEL.

CHAPITRE I

HISTORIQUE.—PROPRIÉTÉS CHIMIQUES ET PHYSIQUES DU GRAPHITE.

Historique.

Le graphite* était connu des anciens, car on a retrouvé dans des tombeaux des morceaux de graphite et des vases de pierre peints avec cette substance. Toutefois, cette connaissance, qui à d'ailleurs pu n'être que locale, semble avoir disparu plus tard, car nous n'en retrouvons aucune trace jusqu'au moyen âge. Le graphite est alors mentionné comme une curiosité minérale, mais on confond sous ce nom, et on l'a même fait de nos jours, plusieurs minéraux analogues tels que la molybdénite. Quoique le minerai fût connu depuis longtemps, sa composition chimique n'a été trouvée qu'à une époque relativement récente. On croyait qu'il contenait du plomb d'où le nom de mine de plomb, tandis que sa propriété de laisser une trace sur le papier est indiquée par son nom allemand "Reissblei" (plomb à écrire). Beaucoup de chimistes et de minéralogistes ont confondu sous le nom de graphite des minéraux de compositions chimiques différentes.

Le chimiste allemand Heinrich Pott, 1692-1777, a été le premier à démontrer que le graphite ne contient pas de plomb, mais on ne sait si ses expériences portaient sur du graphite ou sur de la molybdénite, car comme Quist (1754), il ne distinguait pas les deux substances.

C'est à Karl Wilhelm Scheele (1742-1786) que revient l'honneur d'avoir découvert la vraie composition chimique de ces deux minéraux semblables. Il† prouva en 1779, que le graphite brûle dans un courant d'oxygène en donnant de l'acide carbonique et il en conclut que c'était du carbone, mais pendant longtemps encore, d'éminents chimistes refusèrent de croire à l'existence du carbone dans le graphite, ce qu'explique l'imperfection des méthodes d'analyse alors en usage.

Ce n'est que quand on eut constaté que le graphite était inattaquable par les réactifs et qu'on eut appris à le séparer des impuretés les plus importantes qui l'accompagnent, qu'on reconnut que c'était du carbone pur.

A. G. Werner, le célèbre minéralogiste, (1750-1817) semble être le

* Du grec "graphein", écrire; on l'appelle aussi plombagine ou mine de plomb; en allemand "Pottlot", "Ofenschwarz", "Reissblei". Comme modification du carbone on l'appelle aussi carbone B. Le mot "plombagine" semble dérivé de l'italien "grafio plombino" qui, comme le mot graphite, indique son usage.

† Dammer, Handbuch der anorg. Chemie—Bd., II part I, 2e

premier qui ait employé le mot graphite et il a été adopté depuis cette époque.

La plus ancienne mention qui soit faite de l'emploi du graphite, remonte à l'année 1400. Il était utilisé pour la confection de creusets à Hafnerzell, près de Passau sur le Danube, en Bavière; le minéral était extrait de mines situées dans les environs. Ces creusets faits d'argile pure et de graphite, étaient alors employés par les alchimistes pour la fusion des métaux précieux et dans leurs vaines recherches de la pierre philosophale. Mais cette fabrication de creusets, devait pendant des siècles demeurer sans importance tandis que l'utilisation de la plombagine pour la fabrication des crayons devait donner son élan à l'étude des traitements économiques du minéral et à la recherche de ses gisements.

Cennino Cennini* né à Florence, en Italie, vers 1370, mentionne dans son livre sur la peinture l'emploi d'un crayon dont il se servait et qui était composé de deux parties de mine de plomb et d'une partie d'étain.

Conrad Gessner, dans son ouvrage "De rerum fossilium figuris", en 1565, indique l'emploi des crayons de mine de plomb, mais ce devait être, à l'époque, une curiosité car il juge important d'ajouter un dessin d'un de ces crayons et au dessus on lit:

La Moine cite un document de 1387 réglé avec du graphite (?)

"*Stylus inferius depictus ad scribendum factus est, plumbi cuyusdam (factitii puto, quod aliquos stimmi Anglicum vocare audio) genere in mucronem derasi, in manubrium ligneum inserti.*"†

Un élan fut donné à la fabrication des crayons par la découverte des fameuses mines de Borrowdale, dans le Cumberland, en Angleterre, découverte qui eut lieu en 1550 environ. D'après plusieurs auteurs** le nouveau minéral était employé par les fermiers à Keswick (à quelques milles de la mine) pour marquer leurs troupeaux.

Il est difficile de dire avec exactitude où furent faits les premiers crayons. En tous cas, il est probable que ce sont les Italiens qui, les premiers, employèrent les nouveaux crayons pour dessiner. Les avantages de ceux-ci sur les autres procédés alors en usage ne tardèrent pas à être reconnus.‡ Il semble que le graphite employé dans ces crayons provenait d'Angleterre; on l'appelait alors "pierre des Flandres", bien qu'il n'y eut pas de mines de graphite en Hollande; on dit que les Italiens étaient approvisionnés par des marchands flamands qui l'importaient d'Angleterre.

---

* Traktat der Malerie, Vienna, 1888.

† Le crayon qui est ici représenté est fait pour écrire; il est fait d'un morceau d'une certaine espèce de plomb (qui, me dit-on, est une substance artificielle appelée par certains antimoine anglais) aiguisé en pointe et placé dans un manche en bois.

** Robinson. Essay towards a natural history of Westmoreland and Cumberland London, 1709, page 74.

‡ Terrante Imperato erato del historia naturale libre XXVIII, Napoli, 1599, page 122 and 678.

Propriétés chimiques et physiques du graphite.

Le graphite pur comme le diamant ou le charbon de bois est du carbone, mais sa forme, sa couleur, sa dureté et ses autres propriétés physiques sont si différentes de celles de ces minéraux que Brodie‡ pensait qu'on ne devrait pas le considérer comme une modification ou comme une forme allotropique du carbone mais comme un corps simple spécial qu'il dénommait "graphon". Comme d'autre part le graphite, de même que le diamant et le carbone amorphe, brûle dans un courant d'oxygène pour donner de l'anhydride carbonique, cette thèse ne peut être soutenue.

Les trois formes du carbone, le charbon de bois, le graphite et le diamant, se distinguent par leurs propriétés physiques. Le carbone amorphe (charbon de bois) a une densité de 1.3 à 2.0, le graphite de 2.1 à 2.58 et le diamant de 3.5. Le carbone amorphe sous ses différentes formes laisse généralement une trace noir mat quand on le frotte sur du papier, le graphite y laisse une trace à éclat métallique, tandis que le diamant n'en laisse pas du tout. Le carbone amorphe quand on essaye de le couper au couteau se montre généralement cassant, le graphite est comme de la cire durcie, tandis que l'acier ne peut entamer le diamant. Le diamant et la plupart des formes du carbone amorphe sont mauvais conducteurs de l'électricité et de la chaleur tandis que sous ce rapport le graphite se rapproche des métaux.

Le graphite se rencontre le plus souvent en masses laminaires, parfois aussi sous forme fibreuse, radiée, feuilletée ou schisteuse; quelquefois il est grenu et compact, tandis que d'autres fois il est terreux. Les cristaux de graphite sont très rares; ce sont des prismes hexagonaux en forme de table, presque toujours striés et aux faces peu marquées. Ils appartiennent au système rhomboédrique. Clark, Sukow et Nordenskjold, et surtout ce dernier qui a fait une série de mesures exactes sur les cristaux provenant de Pargos, Ersby et Stargard en Finlande, ont conclu de leurs études que le graphite cristallisait dans le système monoclinique. Des cristaux bien formés sont extrêmement rares dans la nature; c'est dans les calcaires cristallins grenus et dans les météorites qu'on les rencontre. Il est très difficile d'ailleurs de les isoler de leur gangue par suite de la consistance et de la texture de ce minéral. Il est donc impossible d'affirmer à quel système cristallographique le graphite appartient réellement, mais il semble probable qu'il doit être rangé dans le système hexagonal et dans la subdivision rhomboédrique. On le rencontre aussi en cristaux pseudomorphes de ceux de la pyrite.

Jusqu'ici les plus beaux cristaux ont été obtenus des météorites; on en a trouvé de très réguliers et de complets dans les météorites d'Arva, Hongrie, et dans celles de Prundegin (Australie occidentale) et de Crosby

‡ Brodie, Ann. Ch. 114, 2

Creek. Fletcher considère un des cristaux obtenus de cette dernière météorite comme une modification du graphite hexagonal régulier. Mais d'autres minéralogistes y voit un cas de pseudomorphisme du diamant.

Le graphite se rencontre bien plus souvent en agrégats cristallins, formés de cristaux imparfaits. Ils sont constitués par des particules laminaires, fibreuses ou radiées. Les agrégats fibreux, qui sont généralement formés de graphite très pur, se rencontrent fréquemment dans la nature; ils sont plus compacts que les variétés lamellaires et présentent une texture plus régulière. La direction des fibres est généralement verticale ou perpendiculaire à la surface de la roche encaissante; parfois elles s'incurvent comme sous l'effet d'une pression extérieure. Les colonnes fibreuses se subdivisent souvent en agrégats prismatiques parallèles à la direction des fibres, de faible épaisseur et d'une largeur très régulière. La longueur de ces colonnes varie de un demi pouce à dix pouces. On y rencontre souvent des matières étrangères qui forment dans la masse de minces pellicules à la surface du graphite.



Fig. 1 Fig. 2

Fig. 1 et 2.—Agrégat de graphite fibreux.

On trouve souvent le graphite à l'état terreux ou amorphe, en masses compactes; il est alors très mou et facile à désagréger. En résumé le graphite naturel est soit laminaire et relativement résistant soit amorphe et friable.

Le graphite présente un clivage parfait semblable à celui du mica. Les lames minces de ce minéral, quand il est pur, présentent un éclat adamantin. Leur couleur varie de cet éclat semi-métallique à un gris terreux et mat, suivant le pourcentage des impuretés. Elles ont un aspect onctueux et donnent au toucher une sensation graisseuse; elles sont flexibles mais non élastiques. La couleur des agrégats amorphes varie du noir au gris d'acier foncé et présente parfois une apparence opaque. Sur les lames épaisses, par suite de l'éclat, la couleur varie du noir au gris bleu.

Quelquefois des veines de graphite grenu à grains fins, comme celui de Warrensburg*, Etat de New-York, se brisent en masses rectangulaires

* Geology of Canada, 1856, p. 219.

PLANCHE II.



Minerai de graphite du Canada. Graphite pur en veine ayant une structure radiée.

qui sur certaines faces présentent un aspect ondulé remarquable. Ceci est dû à la structure du minéral qui est formé de couches régulières, épaisses d'un millimètre ou moins et constituées par des lamelles perpendiculaires à la direction des couches et qui ont une cassure fibreuse. Quand la cassure est parallèle aux couches on voit l'extrémité de lamelles et la cassure est grenue; quand elle est perpendiculaire aux couches on a une surface ondulée rappelant le bois de certains érables et due à ce que les fibres ne sont pas tout à fait parallèles dans les couches successives.*

Le graphite est un des minéraux les plus mous, sa dureté se trouvant entre 1 et 2 de l'échelle de Mohs. Il laisse sur le papier une trace noire ce qui le fait employer pour la fabrication des crayons. On le distingue facilement de la molybdénite dont la trace sur le papier est gris vert.†

Le graphite, même en lame très mince, est complètement opaque, mais il est au contraire, comme le diamant, parmi les corps les plus facilement traversés par les rayons X. Les substances étrangères contenues dans une plaque de graphite apparaissent sur l'action de ces rayons, en taches sombres sur un fond bien éclairé.

La densité du graphite varie de 2.015 à 2,583, variation qui est due aux impuretés, surtout l'oxyde de fer, que l'on rencontre dans tous les graphites. Dans le tableau 1, la densité de plusieurs échantillons est donnée.

* Ce graphite des Laurentides, d'après l'analyse du professeur Chandler, contient 64.06 de carbone et 32.00 de carbonate de chaux, les 3% restant étant composés surtout de silice et d'oxyde de fer. Le carbonate de chaux est disséminé dans la masse qui fait effervescence avec les acides; il ne peut être discerné à l'oeil nu. D'ailleurs sa présence n'a rien à faire avec l'aspect ondulé mentionné, car le fameux graphite de Marinski, dans le gouvernement d'Irkutsk en Sibérie, présente la même structure et ne contient pas de calcaire, les impuretés n'y entrant d'après Dumas que [illegible] 3.7 pour cent dans les échantillons les plus purs.

† La molybdénite, un sulfure de molybdenium, est souvent confondue avec le graphite auquel elle ressemble; comme lui, elle se présente en plaques hexagonales, en masses ou en lamelles. Sa couleur est gris de plomb; sa poussière est de même couleur; elle laisse une trace sur le papier mais plus faible que le graphite. Composition: soufre de molybdenium. Infusible. Sa couleur est plus métallique, plus près de celle de l'étain. Elle donne des vapeurs sulfureuses quand on la chauffe dans le tube fermé, ou par dissolution dans l'acide nitrique; on la rencontre dans les gneiss, les granites et les micaschistes, souvent associée à des métaux précieux. Voir aussi page 128.

TABLEAU 1

Localité.	Espèce.	Densité.	Expérimentateur
Buckingham, Canada	Fibreux	2.2689	Dr. Hoffman.*
" "	"	2.2679	"
"	Laminaire	2.2714	
Grenville	Fibreux	2.2659	"
Ceylan	..	2.2671	
"	Laminaire	2.2664	
"	Fibreux	2.2546	
..	Laminaire	2.2484	
Ticonderoga, E. U.	..	2.2599	
" "	..	2.2647	"
Ceylan I		2.257	C. Rammelsberg†
Borrowdale		2.286	"
Jenise supérieur		2.275	"
Upernivik		2.298	"
Arendale		2.321	"
Ticonderoga		2.17	"
Ceylan II		2.246	"
Graphite artificiel		2.30	"

On a trouvé pour le graphite purifié des densités plus faibles, jusqu'à 1.802.

Quelques uns des échantillons de graphite envoyés du Canada à l'exposition de Londres, en 1862, furent offerts à Regnault, le grand chimiste et physicien français, qui s'en servit pour déterminer la chaleur spécifique de cette forme de carbone. A ce sujet, ils furent analysés avec soin par M. Cloez. Après avoir été desséchés par calcination, ils furent brûlés dans un courant d'oygène sec; on constata alors, ce qu'avait soupçonné Regnault, qu'ils contenaient de l'hydrogène; on ne peut le séparer que par un chauffage prolongé dans un courant de chlore sec qui en même temps sépare les impuretés sous forme de chlorures et laisse le graphite presque chimiquement pur.‡

La chaleur spécifique du graphite est plus élevée que celle du diamant: elle est pour le graphite naturel de 0.2019 et pour le graphite artificiel de 0.1970.

Dans le tableau 2 la chaleur spécifique de différents échantillons est donnée, ainsi que leur teneur en carbone et en hydrogène.

* Geology of Canada, 1876-77, page 707.
† Ed. Donath, Ibid, page 4-5.
‡ Ann. de Chim. et de Phys. (4) VII, 450.

PLANCHE III.



Minerai de graphite du Canada: graphite pur en veine, ayant une structure [illegible].
X Graphite   XX Calcaire.

TABLEAU 2

Localité	Espèce	Carbone	Hydrogène	Azote	Cendres	Chaleur Spécif.
Buckingham, Can. . . .	Naturel. . .	86.8	0.50	....	12.6	0.1986
" "	" . .	76.35	0.70	....	23.4	0.2019
" " . .	"	98.56	1.34		0.2	0.1911
	Artificiel. .	...99.5	....	....	0.68	0.1977
	" . . .	89.51	0.60	....	10.4	0.2000
	"	96.97	0.76	1.87	0.4	0.1960
	"	99.1	0.39	....	0.79	0.2000

La chaleur spécifique augmente avec la température et au dessus de 1000 on l'obtient par la formule:

$$C = 0.355 + 0.000,006t \quad \text{(Vieille)}$$

La chaleur produite par la combustion du graphite naturel a été déterminée par Favre et Silverman; elle est de 7796 Cal. Celle du graphite artificiel est de 7762.3 Cal.; Berthelot et Petit avaient trouvé 7901.2 Cal.

Le coefficient de dilatation linéaire à 40°C. est 50786. L'élongation de 0 à 100°C. est de 0.30796. Le graphite est meilleur conducteur de la chaleur que le diamant et est bon conducteur de l'électricité. En prenant comme comparaison 100 pour l'argent à 0°C., la conductibilité du graphite de Ceylan à 22°C. est 0.0693 et celle du graphite de Bavière, 0.20395; pour un mélange des deux elle est de 0.0346. D'après Matthiessen, la conductibilité du graphite purifié est 18 fois celle du graphite naturel.

D'après Muraoka*, le graphite de Sibérie a une conductibilité à 0 qui, comparée à celle du mercure à 0°, est de 8196 x 10, celle des crayons Faber est de 1051 x 10, celle du charbon de cornue de 1360 x 10, la même d'après Goudoin, de 1813 x 10, enfin celle d'une tige de charbon d'après Duboscq, 2880 x 10 d'après Carré, 1348 x 10.

Streintz† a trouvé pour la résistance spécifique du graphite en poudre 14.20 ohms. Elle est d'après Muraoka de 12.20 ohms.

Aharden‡ a trouvé 12 ohms pour la résistance d'une électrode graphitique de graphite américain ayant 1 millimètre carré de section et 1 mètre de longueur; la conductibilité de la même électrode était 0.0083.

Zellner a obtenu une résistance spécifique de 2 à 8 ohms à 20°C environ pour un graphite de Ceylan, et de 12 ohms pour une électrode en graphite d'Acheson.

* Wiedem. Ann. 13, page 30, 1881.
† Sammlung electrotechnicher Vorträge Stuttgart.
‡ Electrot. Zeitschrift. 1901, page 584.

Chimie du graphite.

Chauffé à l'abri de l'air, le graphite ne subit aucune modification. Il brûle très difficilement à l'air et plus ou moins rapidement dans un courant d'oxygène. Moissan donne les chiffres suivants pour la température à laquelle se produit la combustion de quelques variétés dans l'oxygène:

Graphite de Ceylan, 665 C.
De Schwarzbach en Bohême, 620 C.
Graphite artificiel provenant du charbon de sucre, 660°C.
" " cristallisé dans du platine, 575°C.

D'après Gustave Rose, la variété cristalline brûle plus difficilement que le diamant, tandis que c'est l'inverse pour la variété amorphe. La combustion est facilitée par la présence d'argent métallique finement divisé (Stolba).

Chauffé au chalumeau dans un tube de verre, le graphite donne parfois une quantité d'eau appréciable. Le minéral quand il est pur n'est attaqué ni par les acides forts, ni par le chlore à chaud, ni par l'acide sulfurique ou l'acide nitrique dilué; on se sert donc de ces réactifs pour éliminer les impuretés qui l'accompagnent. Il n'est pas attaqué lorsqu'on le fait fondre avec la soude ou la potasse caustique. Par fusion, avec le salpêtre, plusieurs variétés de graphite sont oxydées, d'après Rammelsberg, tandis que d'autres demeurent intactes. A la première catégorie appartiennent les graphites de Ceylan I, Borrowdale, Jenisei, Upernivik (Groenland), Arendal, et à la seconde, ceux de Ticonderoga, Ceylan II, et le graphite artificiel.

En chauffant le graphite avec de l'acide chromique ou avec un mélange de bichromate de potassium et d'acide sulfurique, on le transforme en acide carbonique.

Les propriétés chimiques du graphite sont très différentes de celles des autres formes de carbone; d'ailleurs ces autres variétés présentent elles-mêmes de grandes différences sous l'action des agents oxydants. Si on chauffe du graphite en poudre dans un mélange de quatre parties d'acide sulfurique fort pour une partie d'acide nitrique, il prend une teinte pourpre qu'il perd d'ailleurs par lavage; on obtient la même réaction en chauffant un mélange de quatorze parties de graphite et d'une partie de chlorate de potassium dans soixante dix-huit parties d'acide sulfurique fort. Le graphite ainsi transformé contient de l'oxygène, de l'hydrogène et de l'acide sulfurique; chauffé au rouge il se gonfle et émet une certaine quantité de gaz, puis tombe en poudre très fine; cette poudre est du graphite pur ayant une densité de 2.25.

On se sert de cette réaction pour purifier le graphite naturel. On le

pulvérise et on le lave de manière à enlever autant que possible les matières terreuses; le produit ainsi obtenu a de nombreux usages; pour les applications qui exigent du graphite pur on le traite alors par le chlorate de potassium et l'acide sulfurique, comme il vient d'être dit, puis on jette la poudre dans de l'eau à la surface de laquelle elle surnage tandis que les matières terreuses vont au fond. Le graphite laminaire se purifie plus facilement que le graphite amorphe; on purifie cette dernière variété en ajoutant une petite quantité de fluorure de sodium au mélange aussitôt que le dégagement d'acide perchlorique a cessé; la silice est ainsi transformée en tétrafluorure de silicium qui se dégage.

Certains graphites chauffés avec l'acide nitrique se gonflent beaucoup et donnent des fragments vermiformes d'un quart à un demi pouce de circonférence et d'une longueur qui atteint parfois plusieurs pouces. Leur couleur est gris d'acier avec éclat métallique, et les courbes qu'elles affectent sont très régulières (Fig. 3). Elles sont constituées par des cellules oblongues, très serrées et fortement plissées à la surface extérieure. Elles sont — caractère important — très légères et flotte dans l'eau ou dans l'alcool lors même qu'elles sont imprégnées de liquide. Elles sont généralement bien plastique, peuvent se déformer facilement et on peut les pétrir entre les doigts. A l'intérieur se trouvent des plans à vif éclat métallique qui d'après Donath, indiquent une cristallisation laminaire. C'est Brodie qui le premier nota cette propriété et on s'en est servi pour produire du graphite exceptionnellement pur et régulièrement divisé (graphite de Brodie).

Luzi et O. Lüdecke* se servent de la réaction de l'acide nitrique pour différencer et classer les graphites. Ils les groupent en deux catégories: les "graphites" qui sont transformés par l'acide nitrique et les "graphitites" qui ne le sont pas. On peut obtenir cette réaction en petit en mouil-



Fig. 3.
Formes flatueuses de graphite, produites par un traitement chimique

lant avec de l'acide nitrique de densité 1.52—1.54 du graphite grenu (non en poudre) contenu dans une capsule de platine; on voit alors le graphite se gonfler et donner, s'il appartient à la première catégorie, des

* Thonindustrie Zeitung, 1895, No. 8.

particules vermiformes qui peuvent atteindre cinq pouces. En grand, la réaction s'effectue dans des cornues en fonte; on décante l'acide, on rassemble les particules et on les lave dans des récipients; on obtient ainsi un graphite d'une grande pureté et très divisé. En se basant sur cette réaction de Luzi, Moissan et Sestini, on peut classer les graphites en deux classes:

Groupe 1.--Les "graphites" qui réagissent, tels que ceux de:

Ceylan; Ticonderoga, Amity (New York); Grenville et Buckingham, Province de Québec; Borrowdale, Angleterre; Monte Rosa, Calabre; Bamle Sküttertid, Norvège; Marbach, Basse Autriche; Pfaffenreuth, près de Passau, Bavière; graphites espagnols.

Groupe 2.—Les "graphitites" qui ne réagissent pas, telles que les graphites de:

Altstadt, (Moravie); Krumau, Schwarzbach, Mugrau (Bohême); Passau (Bavière); Irkutsk, Tunguska (Sibérie); Storgard, (Finlande); Karsock et Omesnack, (Groënland); Colfax, (Nouveau Mexique); Australie du Sud; Takaschimiza, (Japon); Lerigliani, Monte Pisano, (Italie); les graphites saxons et tous les graphites artificiels obtenus par l'électricité.

Weinschenk* ne considère pas le graphite et la graphitite comme deux formes différentes du carbone; il attribue leur différente transformation en présence de l'acide nitrique à une différence de structure; d'après lui, le graphite qui se gonfle dans l'acide nitrique est composé, généralement de fines lamelles qui, par suite de leur structure capillaire aspirent l'acide et se gonflent sous l'influence du dégagement gazeux que provoque alors la chaleur. Les deux variétés désignées par Luzi sous le nom de graphite et de graphitite seraient donc identiques, exception faite de leur structure.

Weinschenk considère aussi le mot "amorphe" comme improprement appliqué au graphite puisqu'on le donne à des variétés, qui existent en masse compactes il est vrai, mais qui, à part cette particularité, ne diffèrent pas des agrégats laminaires et sont formées de cristaux microscopiques; il ne peut donc être question d'amorphisme au sens minéralogique du mot. Le graphite en effet se rencontre souvent sous un état très divisé et il est souvent difficile d'y reconnaître des cristaux même à la loupe; mais en tous cas la séparation entre le carbone cristallisé et le carbone amorphe est si nette qu'on ne peut passer insensiblement de l'un à l'autre.

A ce propos il est bon de rappeler qu'en 1870, le grand chimiste français Berthelot, entreprit l'étude des différentes formes du carbone. Auparavant il n'existait pas de limites définies entre le carbone amorphe et le graphite. On assimilait au graphite le coke provenant de l'huile, le

* Zeitschrift der Kr[illegible]graphie, 28, 291.

PLANCHE IV.



Minerai de graphite du Canada, cristallisé en lamelles, disséminé dans un calcaire cristallin.

charbon de bois et le noir de fumée chauffé à une température élevée, le charbon des cornues, le charbon de sucre, etc. Berthelot a indiqué pour distinguer le carbone amorphe du graphite, une méthode basée sur une réaction découverte par Sir Benjamin Brodie. Weinschenk, à l'appui de cette théorie, s'est servi de la réaction de Brodie et a prouvé que sous certains rapports le graphite diffère notablement des autres formes du carbone. La réaction de Brodie consiste à traiter le carbone par l'acide nitrique et le chlorate de potassium. Le carbone amorphe se dissout en donnant un liquide brun tandis que le graphite donne une substance jaune, écailleuse, insoluble dans l'acide nitrique et qui est un produit d'oxydation. Ce produit, toujours à structure cristalline ne s'obtient qu'avec le graphite et on lui a donné le nom "d'oxyde graphitique"; c'est la réaction la plus caracteristique du graphite que nous connaissions maintenant.

Sir Benjamin Brodie* avait déjà montré que sous l'action d'agents oxydants le graphite se transforme en une substance compacte qui contient de l'oxygène et de l'hydrogène et a une réaction acide. Pour préparer l'oxyde graphitique on forme un mélange intime d'une partie de graphite purifié et de trois parties de chlorate de potassium que l'on triture avec de l'acide nitrique en quantité suffisante pour obtenir une pâte fluide. On la chauffe au bain-marie pendant trois ou quatre jours, puis on lave le résidu solide, on le sèche à 100 C et on répète l'opération à 4 ou 5 reprises jusqu'à ce que la transformation soit complète. L'oxyde graphitique est une substance jaune, stable, cristallisée en cristaux microscopiques, qui rougit le tournesol bleu, est légèrement soluble dans l'eau pure et insoluble dans l'eau acidifiée. Peu de recherches ont été faites sur les sels qui en dérivent. L'oxyde garde la forme laminaire du graphite en prenant graduellement une couleur jaune et en devenant légèrement transparent. Le charbon de bois et le diamant ne donnent pas de composés analogues et Brodie a admis que le graphite était un radical particulier qu'il a appelé "graphon".

D'après Berthelot, il n'y a que le graphite naturel qui donne naissance à ce composé; le graphite provenant de la fonte ainsi que celui trouvé dans la météorite de Cranbourne donnent une poudre brune lorsqu'on les traite de la même manière.† Le diamant n'est pas attaqué par le mélange oxydant tandis que le charbon de bois s'y transforme en donnant une masse brune soluble dans l'eau. Berthelot a utilisé cette propriété pour évaluer la quantité de graphite, de charbon amorphe et de diamant, présents dans un mélange.‡ La substance réduite en poudre fine est traitée comme il vient d'être dit; il faut prendre soin de ne pas préparer plus de cinq grammes du mélange à la fois afin d'éviter les explo-

* Phil. Trans. 1859, page 249

† Comptes Rendus LXVIII, 183, 259, 334, 392 et 445.

‡ Ann. Chimie et Phys. XIX, 397.

sions. Pour séparer le diamant du graphite, on chauffe légèrement le résidu et on répète le traitement. On répète la méthode jusqu'à disparition de l'acide graphitique, le diamant reste intact.

D'après Luzi, la formule la plus simple pour l'oxyde graphitique est $C^{24} H^{9} O^{13}$ et d'après Berthelot elle est $C^{28} H^{10} O^{15}$.

Stingle, qui a fait une série de recherches sur le graphite "amorphe" et sur le graphite "cristallin" en a tiré les conclusions suivantes: L'oxyde graphitique obtenu par les méthodes de Brodie et de Gottschalk, en traitant un graphite de Bohême terreux mais nettoyé, ne présente aucune lamelle ni cristaux plats mais est formé d'une poudre jaune amorphe et très divisée. L'oxyde graphitique obtenu avec le graphite de Ceylan (variété cristalline) présente au microscope des cristaux laminaires. Si l'oxyde graphitique provenant du graphite de Bohême est décomposé par la chaleur, le produit qui en résulte (oxyde pyrographitique) donne une peinture d'une couleur riche et très liante; il se rapproche sous ce rapport du noir de fumée. L'oxyde pyrographitique provenant du graphite de Ceylan donne une peinture pauvre et peu liante. Stingle se sert de cette propriété pour grouper les graphites en "amorphe", lorsque leur oxyde pyrographique donne une bonne peinture, et en "cristallins" dans le cas contraire. Berthelot, en 1869, et d'autres chimistes, depuis, ont fait remarquer les différences qui existent entre des oxydes provenant de variétés de graphite différentes; elles dépendent en général de la structure physique et moléculaire des graphites employés. Ces expériences ont confirmé les propriétés picturales de l'oxyde pyrographitique (provenant de la décomposition de l'oxyde graphitique par la chaleur) du graphite amorphe de Bohême et du graphite cristallin de Ceylan, telles qu'énoncées plus haut.

De tout ce qui précède, on doit conclure qu'il y a dans la nature plusieurs espèces de graphite. Staudemeyer qui a surtout étudié le passage du carbone au graphite à haute température déclare qu'étant données les connaissances actuelles que nous avons des propriétés physico-chimiques des graphites, la formation de deux variétés distinctes (un graphite amorphe et un graphite cristallin) en partant du carbone dans certaines conditions peut à peine être mise en doute; il pense donc qu'il existe aussi dans la nature une série de modifications du graphite.

CHAPITRE II.

GISEMENTS DE GRAPHITE.

Caractères généraux de ces gisements.

Les gisements de graphite sont distribués par tout le globe, mais beaucoup d'entre eux ne donnent qu'un minéral impur et inutilisable; d'autres sont d'un accès trop difficile, et il n'y en a qu'un petit nombre qui aient une importance commerciale. Aux Etats-Unis et au Canada, les gisements de graphite sont nombreux, mais jusqu'ici un très petit nombre d'entre eux ont valu la peine d'être exploités. L'expérience a prouvé que l'exploitation du graphite devait être entreprise avec beaucoup de précautions et avec une connaissance approfondie des propriétés des minerais de graphite et des exigences du marché. Dans quelques cas, les gisements contenaient suffisamment de graphite mais il était si intimement mélangé à d'autres minéraux tels que le quartz et le mica que la séparation en était trop coûteuse. Ces graphites sont, au laboratoire, de bonne qualité mais il n'existe pas de moyen économique pour les isoler et surtout pour les séparer du mica.

Nous avons déjà vu au chapitre précédent que les graphites se divisent en deux classes; dans la première, on comprend les graphites presque purs qui ont une structure laminaire ou feuilletée, bien que les lamelles soient parfois fort petites; on range dans la seconde classe, et on appelle amorphes, toutes les autres formes de graphite quels qu'en soient la nature et le gisement. Le graphite cristallin peut être employé à tous les usages auxquels sert le graphite; cependant, par suite de sa rareté relative, on ne s'en sert que pour les applications les plus délicates, telles que produits réfractaires, creusets, lubrifiants, électrotypes et crayons, usages auxquels le destine particulièrement l'absence d'impuretés. Les autres variétés dites amorphes sont très abondantes dans la nature, mais la difficulté de séparer le minéral de sa gangue fait que beaucoup de ces gisements sont sans valeur et le demeureront tant qu'on aura pas trouvé un procédé économique d'extraction. On n'emploie pas le graphite amorphe, à cause de ses impuretés, pour les applications les plus délicates, lubrifiants, électrotypes, crayons fins, etc., si ce n'est dans quelques cas, comme en Bohême, où le produit obtenu est très pur.

Graphite associé aux métaux précieux et au fer.

Le graphite se rencontre parfois, dans des veines ou dans la roche, associé aux métaux précieux; on l'a même pris pour un minerai métalli-

que. A la mine Sunnyside, San Juan, on trouve de l'or natif associé au graphite dans du quartz.* Le graphite se rencontre aussi dans les gisements d'argent et semble avoir quelques rapports avec eux. Dans la mine de Silver Islet**, jadis fameuse, sur la rive nord du lac Supérieur, on remarque dans la plupart des minerais des morceaux de trapp et de graphite sous forme de bâtonnets roses, tandis qu'au graphite se trouvent liés des rognons d'argent. Dans cette mine, l'argent a toujours été associé au graphite, mais ce dernier s'est rencontré parfois pur en petits amas ou en poches. La présence de graphite ou d'autres formes de carbone dans des veines métallifères a été signalée à beaucoup d'endroits dans la région du lac Supérieur (Ont.) et la valeur qu'on lui a donnée comme un indice provient de sa présence dans les riches minerais de Silver Islet. La forme anthracitoïde trouvée parfois dans les veines ou dans la roche semble être du carbone pur et ne donne pas de matières volatiles quand on la chauffe. Elle fut décrite comme du bitume modifié dans la "Geology of Canada, 1863".

Le graphite est quelquefois mélangé intimement avec du fer magnétique et de l'hématite, en Scandinavie et au Canada. Certains échantillons du gisement de fer magnétique de Hull, près Ottawa, montrent des couches alternées de magnétite grenue et d'hématite rouge, les deux mélangées à la limite; des grains de fedspath vert sont disséminés dans la magnétite qui contient aussi, ainsi que l'hématite, des plaques cristallines de graphite d'un dixième de pouce et plus d'épaisseur. Une pellicule de graphite laminaire recouvre la surface libre de la couche d'hématite. L'hématite des mines de Woodstock, Nouveau-Brunswick, est souvent traversée de minces couches de graphite.

D'après Fowler,† le graphite se rencontre dans le minerai de fer magnétique à Franklin, New-Jersey, et était même autrefois un obstacle au travail de ce minerai à la forge Catalanne. Beck décrit un gisement présentant un mélange de chlorite, de graphite et de minerai de fer oxydé à Natural Bridge, comté de Lewis, New-York; le fer y occupe la moitié de la masse.‡

Le graphite a été signalé dans les plus fameuses météorites, dans celles de: Lenarto, Hongrie (1815), Benedego, Bahia, (1816), Bohumilitz, Bohême (1829), Sevier, Crosby Creek (1840); celle-ci contient de larges amas de graphite; de Congford, Tennessee (1845), Chartago, Tennessee (1846) Seelasgen, en Bandebourg, Allemagne (1847), Chesterville, Caroline du Sud (1849), Kaba, Hongrie (1857). Toutes ces météorites ont un grand intérêt scientifique, car elles ont donné les plus beaux échantillons de cristaux de graphite.

* Mines and minerals, 1901-1902, page 515.
** Geology of Canada, 1887-88, Part II, page 28, H.
† Rogers, Final Rep. Geol., New Jersey, p. 64.
‡ Mineralogy of New York, page 26.

PLANCHE V.



Affleurement de graphite sur le lot 14A, concession 10, canton de Buckingham. Propriété de la "Diamond Graphite Co."

Classification des Gisements.

Au point de vue économique, les gisements donnant le graphite en larges masses exploitables sont beaucoup plus importants.

La plus grande partie de la consommation mondiale de graphite s'alimente à Ceylan, en Autriche, en Bavière, en Sibérie, en Angleterre et aux Etats-Unis; on exploite aussi des gisements, quelques uns importants, au Canada, en Italie et au Mexique; on en signale de nouvellement découverts en Australie Occidentale, en Nouvelle-Galle du Sud et en Nouvelle-Zélande.

La nature des gisements varie beaucoup. Bien que l'importance de ce minéral ait été reconnue depuis des années, depuis plus d'un siècle même, et bien que l'étude des différents gisements ait été facilitée par le développement de leur exploitation, nos connaissances sur la position géologique et l'origine du graphite laissent à désirer.

Le graphite se rencontre dans les formations cristallines les plus anciennes, remarquables par l'absence totale de matières organiques. On le rencontre aussi dans les dépôts sédimentaires, souvent associé à du charbon, donnant une espèce d'anthracite graphitique; des gisements de cette nature sont exploités dans le Rhode-Island; on en rencontre aussi dans le bassin houiller du Massachusetts et dans les dépots anthracifères du Nouveau-Brunswick. Dans les Alpes septentrionales près de Paltenberg, le graphite est associé aux filons houillers dans les couches houillères qui sont formées de schistes, de calcaires et de conglomérats; il y a souvent l'éclat et l'apparence de l'anthracite, dont on le distingue difficilement. On le trouve aussi à beaucoup d'endroits dans des lits de schistes argileux et ardoisiers, plus récents que les roches cristallines. En général, les gisements les plus importants et les meilleurs semblent toujours appartenir aux formations cristallines anciennes du précambrien. Au Canada, les gisements ayant une importance économique se trouvent dans les gneiss et les calcaires cristallins de la formation laurentienne, à la partie supérieure de la série de Grenville, qui est coupée par un grand nombre de failles et de coulées éruptives. Dans l'état de New-York, les gisements exploitables de Ticonderoga appartiennent à une formation analogue à celle qui existe dans le nord du comté d'Ottawa. Le graphite de Sturbridge, Massachusetts, forme des veines encaissées dans un gneiss feuilleté et qui ont été exploitées à une profondeur de 60 à 70 pieds. Il en est de même à Brimfield et à North Brookfield dans le même état et en d'autres localités dans le Connecticut et le Vermont. Les importants gisements de Ceylan, exploités depuis 1827 et qui semblent inépuisables, sont dans un granite appartenant à la formation laurentienne. Les gisements de Bavière et de Bohême, qui ont été exploités depuis plusieurs centaines d'années se rencontrent tous dans une formation gneissique, tandis que ceux de Irkutsk, en Sibérie, se trouvent entre une syénite et un granite.

Tous les gisements de graphite peuvent se classer en trois groupes:
1. Gisements en filons.
2. Gisements en couches ou lits
3. Gisements disséminés dans la roche.

Gisements en Filons.

Dans le premier mode de gisement le graphite a rempli les veines et les fentes laissées dans des granites, des gneiss, des calcaires cristallins, des pegmatites et des roches éruptives grenues. Le toit du filon et le mur sont facilement discernables et la direction de la veine est indépendante de la direction des couches traversées. Quelquefois des ramifications ou d'étroites protubérances se greffent sur le filon principal entre les assises de la roche: elles s'amincissent jusqu'à disparaître et des plaques, des amas ou des poches les continuent.* On rencontre des veines au nord d'Ottawa et au nord de Grenville, dans le comté d'Argenteuil (Fig. 4).

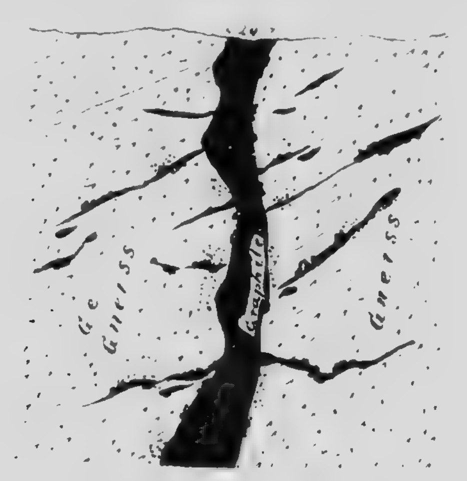


Fig. 4 —Filon de graphite. Grenville. Can

Les gisements de Ceylan, Borrowdale (Cumberland, Angleterre) et Batugal (Province d'Irkutsk, Sibérie) appartiennent à cette classe.

A Ceylan, des filons de graphite laminaire et fibreux coupent des roches granitiques ou granitoïdes, parfois très décomposées et consistent alors surtout en kaolin et en produits analogues. Bien qu'on ait pas pu déterminer l'âge géologique de la roche encaissante, il est certain qu'elle appartient à l'archéen. A Borrowdale (Cumberland, Angleterre), on ren-

* Dans la majorité des cas les filons ont une composition minéralogique fort simple, le graphite remplissant à lui seul la veine; ils sont généralement formés d'agrégats fibreux, la direction des fibres étant perpendiculaires aux murs du filon.

contre un beau graphite laminaire en filons qui traversent une diorite porphyrique. La gangue est surtout formée de spath et de quartz; on y rencontre des poches de graphite très fin utilisable surtout pour la fabrication des crayons.

A Batugal, province d'Irkutsk, Sibérie, un graphite fin et fibreux, plus pur que celui de Borrowdale, se rencontre en veines qui traversent un granite ou une diorite. Dans le calcaire adjacent, modifié par métamorphisme se trouvent de grandes poches de graphite pur, très propre à la fabrication des crayons.

Lits ou Couches.

Cette forme de gisement est très fréquente et on rencontre de larges dépôts de cette nature, parfois exploités, dans toutes les parties du monde.

La caractéristique de ces lits est que leur direction correspond avec celle des roches encaissantes; ils forment dans la majorité des cas, des couches discontinues accompagnées de masses lenticulaires et de poches qui se succèdent en chapelet entre les couches de la roche encaissante, ils donnent naissance parfois à des ramifications qui sont accompagnées à leur tour de masses lenticulaires et de petites poches de graphite dans la roche avoisinante.

Cette forme de gisement existe en beaucoup d'endroits au Canada, surtout dans les cantons de Buckingham, de Grenville et aussi près du lac White Fish, dans l'Ontario.

Près de Passau, sur le Danube, en Bavière, des roches gneissiques sont imprégnées de graphite laminaire qui forme parfois des masses de riche minéral. (Fig. 5).

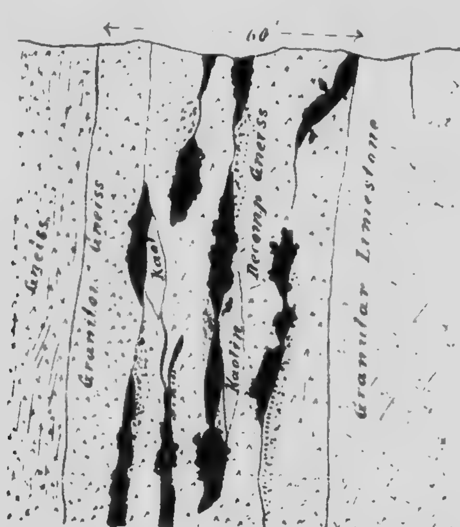


Fig. 5.—Masses lenticulaires de graphite près de Passau, Bavière.

Ici ils existent surtout dans le voisinage immédiat de lits de calcaire grenu métamorphique. La roche encaissante et les roches adjacentes sont très décomposées de telle sorte que le kaolin et les produits de décomposition analogues se trouvent intimement mêlés au graphite. L'origine de ces dépôts est évidemment très voisine de celle des gisements de Ceylan. La forme lenticulaire des dépôts de Schwarzbach-Kruman (Bohême), leur relation géologique avec les calcaires intercalés, leur fréquente association avec le kaolin et autres produits de décomposition les relient à ceux de Passau dont ils ne diffèrent que par l'apparence plus compacte et moins cristalline du graphite.

A la limite septentrionale de la zone centrale des Alpes Styriennes, près de Kaisersberg, se trouvent des schistes houillers fortement métamorphiques, des schistes argileux, des calcaires et des conglomérats avec des lits et des filons de houille, dont le charbon a été transformé en graphite; ce graphite a conservé dans quelques cas l'apparence du charbon dont il provient. Il est très pur, tres compact et souvent très dur.

Graphite disséminé.

Les gisements dans lesquels le graphite est disséminé sont peu avantageux au point de vue minier car ils exigent le maniement de plus ou moins grandes quantités de roches, suivant l'abondance du graphite, afin d'obtenir le produit pur. Il faut cependant remarquer que la plupart des mines exploitées avec succès dans l'Amérique du Nord se trouvent dans des gisements de cette nature. Les veines sont généralement trop limitées pour rendre leur exploitation durable et avantageuse.

Le graphite disséminé se présente sous forme de lamelles ou de plaques réparties dans certains gneiss, calcaires ou autres dépôts analogues; il se rencontre souvent a proximité de filons et dans ce cas il est probable que le graphite distribué dans les fissures et les plans de clivage de la roche en contact provient du filon lui-même. On rencontre surtout ces gisements là où la roche encaissante est le gneiss; mais on en connait aussi dans le calcaire et dans les roches anciennes.

Dans la majorité des cas, le graphite disséminé se rencontre au voisinage des roches éruptives telles que le granite, la diorite, le porphyre ou autres roches ignées. Quelques uns des dépôts les plus riches ont même été trouvés au contact de coulées de ces roches et de la roche encaissante, ainsi que cela s'observe dans le voisinage de Buckingham (Fig. 6). On peut donc en déduire que la présence de ces dykes a eu une heureuse influence sur la formation de gisements dans les couches adjacentes.

Les micaschistes contiennent du graphite disséminé en telle quantité qu'il deviennent des graphito-micaschistes, comme cela se rencontre

en Saxe (Allemagne) et dans les Pyrénées; quelques uns de ces gisement ont été exploités avec profit, car le produit obtenu, après avoir été débarrassé du sable est très propre à la fabrication des lubrifiants.

Gisements de graphite au Canada.

Le graphite est commun dans la partie est du Canada; mais en beaucoup d'endroits il est trop peu abondant et trop impur pour que son exploitation soit profitable. La plupart des gisements exploités appartiennent à la troisième classe et bien que les filons de graphite soient abondants dans la formation laurentienne, il faut dire que les meilleurs rendements ont toujours été obtenus des gisements à graphite disséminé où le minéral existe sous forme de fines lamelles, quelquefois accompagnées de poches irrégulières de graphite amorphe.

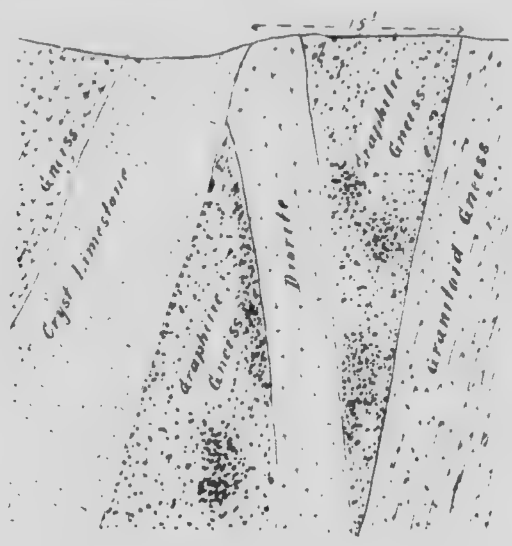


Fig. 6.—Graphite disséminé, Buckingham, Québec

Quoiqu'on rencontre des filons presque partout où on a essayé d'exploiter le graphite et que dans ces gisements le graphite y soit d'une grande pureté, l'irrégularité de ces dépôts est si grande qu'on ne saurait engager de forts capitaux dans ces sortes de gisements.

Les gisements les plus importants sont situés dans les cantons de Buckingham et de Lochaber, comté d'Ottawa; dans le canton de Grenville, comté d'Argenteuil, province de Québec; dans les comtés de Lanark, Leeds, Frontenac et Addington, dans la province d'Ontario; dans le voisinage de St. John et dans les comtés de King et de Westmoreland, dans la province du Nouveau-Brunswick; dans la province de la Nouvelle-Ecosse, et enfin à Alkow Harbour, Dean Canal, Colombie Britannique.

Province de Québec.

L'exploitation du graphite au Canada, remonte à l'année 1847, époque à laquelle d'après Sir William Logan, Mr Harwood, de Vaudreuil, retira plusieurs tonnes de graphite d'un filon situé dans les calcaires cristallins de Grenville. En 1863, il est fait mention de gisements de graphite dans les rapports du Service Géologique; Sterry Hunt, y relate des faits qui peuvent se résumer comme il suit:

1. La plombagine se rencontre dans les roches en décomposition, de la base de la série paléozoïque dans les Cantons de l'Est, sous forme disséminée dans les schistes calcaires et argileux, ce qui les rend mous, onctueux, noirs et brillants; mais nulle part elle n'est en quantité suffisante pour avoir une valeur économique. On rencontre ces schistes graphitiques à Granby, Melbourne et Saint-Henri; dans cette dernière localité ils contiennent des graptolites. Les calcaires dévoniens de Owl's Head sont aussi graphitiques.

2. Les gisements exploitables ne se rencontrent que dans la série laurentienne, dans les comtés de Burgess, Lochaber et Grenville, en lits ou en filons variant en épaisseur de quelques pouces à deux ou trois pieds. Ces gisements se trouvent généralement dans des calcaires ou dans leur voisinage immédiat, et les calcaires grenus contiennent souvent de larges plaques cristallines de plombagine. Ils sont fréquemment interrompus et forment alors des masses lenticulaires, quelquefois presque pures et d'autre fois mélangées de carbonate de chaux, de pyroxène et d'autres minéraux. Parfois le graphite est si finement divisé, qu'il donne une couleur gris bleu au calcaire et que les bandes ainsi colorées marquent la stratification de la roche.

3. La plombagine de la série laurentienne n'est pas d'ailleurs confinée aux calcaires. On en rencontre de larges plaques cristallines dans les roches à pyroxène, dans les pyrallolites et quelquefois dans les quartzites et les roches à feldspath, et même dans l'oxyde de fer magnétique comme dans les couches de Hull.

Ces trois points représentent les conclusions auxquelles était arrivé le fameux géologue et s'appliquent encore aujourd'hui aux gisements de graphite de la région de Québec. Depuis cette époque les dépôts du comté d'Ottawa ont été travaillés et étudiés et dans la suite nous donnerons des informations supplémentaires sur les caractéristiques de ces minerais.

Les gisements de graphite qui ont une valeur commerciale sont pratiquement limités aux calcaires cristallins et aux gneiss qui les accompagnent à la partie supérieure de la série de Grenville et qui étaient autrefois regardés comme occupant le milieu ou la partie supérieure de la formation laurentienne. Ces roches sont souvent traversées par des dykes de granite, de diabase, de pyroxène, etc.; le graphite s'y rencontre sous

PLANCHE VI



[illegible]



Filon occidental, Buckingham Graphite Co.

forme de lamelles disséminées dans le gneiss ou le calcaire, ou sous forme de veines fibreuses ou laminaires qui, d'ailleurs, traversent souvent des granites ou autres roches ignées aussi bien que le gneiss. Cependant le graphite exploitable est généralement limité au gneiss. Un bon exemple de ce fait nous est fourni par la mine Walker, sur le lot 19, concession 8, canton de Buckingham. Le graphite exploitable s'y rencontre dans un tunnel et est limité aux bandes d'un gneiss grisâtre, une "sillimanite", tandis qu'une bande de calcaire qui traverse ce dernier ne contient rien qui ait de la valeur. Ces bandes de gneiss ont une épaisseur de un à trente pieds et contiennent jusqu'à quarante pour cent de graphite. Le gneiss est souvent rouillé surtout dans le voisinage des dykes de granite, de pyroxène et de diabase auxquels est sans doute due la formation de pyrite de fer dans la roche adjacente.

Le professeur allemand Osann, a examiné avec soin, en 1899, les dépots de graphite de Walker et comme son rapport contient quelques passages intéressants relatifs aux gisements de plombagine, nous en donnons des extraits:

Les travaux de la Walker Mining Company couvrent les lots 19, 20, 21 et 22, des concessions 7 et 8 du canton de Buckingham. Il y a beaucoup de puits d'essai sur cet espace mais quelques uns seulement ont pu être examinés. Il est intéressant de mentionner les faits suivants:

1. "Le graphite a rempli sous forme de veine les fissures du gneiss, du calcaire grenu, des pegmatites et des roches éruptives grenues (Fig. 7).

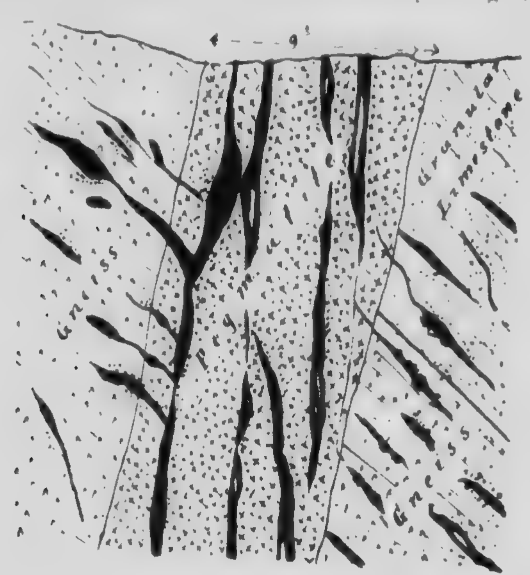


Fig. 7.—Veines de graphite sur la propriété de la mine Walker.

La direction de ces veines est indépendante de la direction des roches traversées. Ainsi, à un endroit, le gneiss dirigé N.E. 70° et relativement horizontal est coupé par quatre veines de graphite, toutes parallèles et de deux pouces d'épaisseur environ, qui ont une direction N.W. 20° avec une inclinaison presque verticale. Près du puits Nellys, il y a un filon de pegmatite dans le gneiss qui a six à neuf pieds de largeur; dans celui-ci, dans un espace relativement restreint, il y a plusieurs veines de graphite de plusieurs pouces de largeur. Dans le puits lui-même, les veines sont réunies à la limite du calcaire grenu, du gneiss et des roches ignées. L'épaisseur de ces veines varie de six à huit pouces. Sur les débris jetés en tas on peut constater que des veinules étroites prenaient naissance sur la veine principale entre les couches de gneiss, accompagnées de petites poches de graphite; le calcaire grenu est fortement imprégné de graphite provenant des veines. On s'imagine aisément que sa structure lâche ait permis la pénétration facile de substances étrangères. Dans le puits principal, dans une des galeries horizontales où le calcaire grenu et le gneiss étaient exposés on n'a remarqué aucune veine de graphite, mais les deux roches étaient imprégnées du minéral en lamelles et en plaques. Une amorce de puits à cinquante pas au dessous du premier puits et sur le même versant présente une veine de plusieurs pouces d'épaisseur dans un gneiss décomposé et dans un calcaire grenu. Tout ceci prouve que le graphite dans cette localité est un excellent type d'un minéral de remplissage. Les veines elles-mêmes qu'il a remplies sont plus récentes que la pegmatite et par suite plus récentes que le gneiss et le calcaire grenu que coupe la pegmatite.

2. "Le remplissage des veines par le graphite est de beaucoup le cas le plus fréquent; le minéral est alors sous forme d'agrégats fibreux, dont les fibres sont perpendiculaires aux parois de la veine, comme cela arrive souvent, à Ceylan par exemple. Dans quelques cas de l'apatite verte et de la scapolithe se rencontrent avec le graphite. La présence de l'apatite ne semble pas rare et rappelle la manière dont elle se rencontre dans les veines de graphite à Ceylan. Grünling décrit la présence d'apatite à Ceylan sous forme de larges cristaux et associée au fer, à la magnésie, à la calcite, au quartz et à la pyrite. La calcite grossièrement cristalline joue un rôle important dans les veines de Ceylan.

3. "La présence du graphite a une certaine relation avec celle des masses de roches éruptives, qui au point de vue minéralogique sont tout à fait semblables à celles qui se trouvent en rapport avec les gisements d'apatite. C'est au contact de ces roches éruptives avec le gneiss et le calcaire grenu que se trouvent les gisements de graphite. Le calcaire est parfois fortement modifié; de la scapolithe, du pyroxène et de la titanite se sont surtout formés. Ces calcaires modifiés sont si semblables aux roches à pyroxène qui accompagnent les veines d'apatite qu'on peut les confondre.

PLANCHE VII



Affleurement de graphite sur le lot 11B, concession IV, canton de Buckingham. Propriété de la Diamond Graphite Co. Notez la structure de la veine (X).

"Très souvent, on rencontre du mica associé au graphite et la disposition parallèle des lamelles de ce minéral donne une structure feuilletée à la roche. Le granite se présente, surtout dans les parties riches en mica, sous forme de masses irrégulières, et allongées généralement dans le sens des feuillets; il semble être intimement as[illegible] la pyrite de fer. Il en est de même dans tous les calcaires riches [illegible]ite qui sont ici exploités pour ce minéral. Très souvent le graphit[illegible]e de minces lamelles dans le clivage du mica, ce qui fait supposer une [illegible]tion simultanée; il l'entoure de plus sur la tranche. On rencontre encore le graphite associé au mica le long des fentes et fissures; en particulier, celles-ci lorsqu'elles sont dues à une séparation des cristaux de mica dans le plan de clivage sous l'effet d'efforts mécaniques, sont remplies de graphite. Le graphite est rare dans les parties pauvres en mica, bien qu'on le rencontre çà et là, toujours sur la tranche de grains de feldspath et sous forme de long filaments étroits; il suit toutes les irrégularités du contour. Tout ce qui précède montre que le graphite est le plus jeune des constituants et qu'il a été formé dans la roche après la solidification de celle-ci par suite d'infiltrations."

Il peut être intéressant de résumer ici les conclusions auxquelles est arrivé l'auteur après une étude approfondie des gisements de graphite dans le district de Buckingham:

1. Les roches du district de Buckingham sont surtout des gneiss, des calcaires cristallins et des quartzites qui sont coupés par de nombreuses masses de roches éruptives comme le pyroxène, le granite et aussi, mais moins fréquemment, par des dykes de diorite et de diabase. La direction générale de ces roches est nord-est, avec quelques variations dues à de larges éruptions de roches ignées comme on le voit sur la Lièvre.

2. Le graphite s'y rencontre:

(a) Sous forme fibreuse dans les veines qui coupent le gneiss et les autres roches éruptives.

(b) Sous forme laminaire ou amorphe en masses lenticulaires dans les calcaires cristallins au contact ou au voisinage du contact de ceux-ci avec les roches éruptives, telles que le granite, le pyroxène et moins souvent le diorite et la diabase.

(c) Sous forme de lamelles diseminées dans les calcaires et les gneiss, et moins fréquemment dans les quartzites, les pyroxènes ou associées aux minerais de fer comme dans les couches de Hull.

Mines de graphite et usines de la province de Québec.

Les débuts de l'exploitation du graphite dans le district de Buckingham remontent à environ quarante ans. La première usine de quelque importance semble avoir été élevée par The Lockaber Plumbago Com-

pany, sur la Rivière Blanche, lot 28, concession 10, canton de Lochaber. L'usine était mue par la force hydraulique; elle contenait huit bocards et deux lavoirs circulaires. Le minerai était broyé dans l'eau et transporté sur les lavoirs puis passé sous les meules et tamisé. On l'obtenait de plusieurs points voisins et en particulier du lot 24, concession 8, et des lots 23 et 24, concession 11.

Deux autres usines furent construites vers la même époque: une sur le lot Garret (sur le ruisseau McNaughton) à deux milles à l'est de Buckingham et l'autre sur le ruisseau Fernie qui sert de déversoir aux lacs Twin. Cette dernière fut détruite par un incendie et l'autre fut abandonnée et tomba en ruines. Ces anciennes usines ont été remplacées par trois nouvelles qui ont été en opération intermittente depuis plusieurs années.

Les compagnies exploitant le graphite dans le district de Buckingham sont "The Anglo-Canadian Graphite Syndicate" (maintenant en liquidation et qui avait repris la propriété de la "North American Graphite Co."), "The Buckingham Company" et "The Walker Mines", cette dernière dirigée maintenant par M. H. P. H. Brumell.

The Anglo-Canadian Graphite Syndicate (en liquidation).—Les travaux de cette compagnie sont situés près du coin nord-est du lot 28, concession 6 du canton de Buckingham, (Fig. 8) à huit milles de Buckingham où se trouve une station du "Canadian Pacific Railway." L'usine comprend une salle de broyage, un séchoir, une chambre des machines, des magasins, un atelier de réparations et des logements confortables. L'eau employée dans les chaudières et aux usages domestiques est prise dans un ruisseau et dans un petit étang à l'ouest de la salle de broyage. Toute l'usine est éclairée à l'électricité.

La mine se trouve à proximité de l'usine à laquelle la relie un tramway. Elle est en tranchée ouverte sur à peu près cent pieds et elle se continue par une galerie dans le flanc de la montagne sur plusieurs centaines de pieds. Celle-ci est irrégulière et présente plusieurs ramifications qui, partant du toit de la mine gagnent l'air libre. La direction principale de cette galerie est N.E. 10°. La roche dans laquelle elle est percée est surtout un quartz gris bleuâtre avec de petits cristaux de pyrite de fer qui, par décomposition donnent une apparence rouillée à la roche encaissante. Le graphite y est sous forme disséminée et donne un gneiss sillimanite. Il y a une autre fosse, No 2, située à l'ouest de cette galerie qui a 110 pieds de longueur. A l'extrémité sud deux galeries ont été percées dans le flanc est de la montagne. Le graphite y est encore disséminé et se trouve dans une roche très quartzeuse. Le minerai semble plus riche dans certaines bandes qui ne sont pas nettement séparées de la roche encaissante; généralement, il existe un passage graduel des roches riches aux roches pauvres et des roches pauvres aux roches stériles. Quelquefois le minerai le plus riche passe soudainement dans la roche stérile. A

six cents pieds environ au sud du No 2, se trouve un autre affleurement de graphite disséminé, le No 3, qui forme une bande de deux à trois pieds de largeur dans la direction N.E. 35° avec une inclinaison prononcée vers le sud. A l'ouest de cette fosse on voit des gneiss rubannés qui

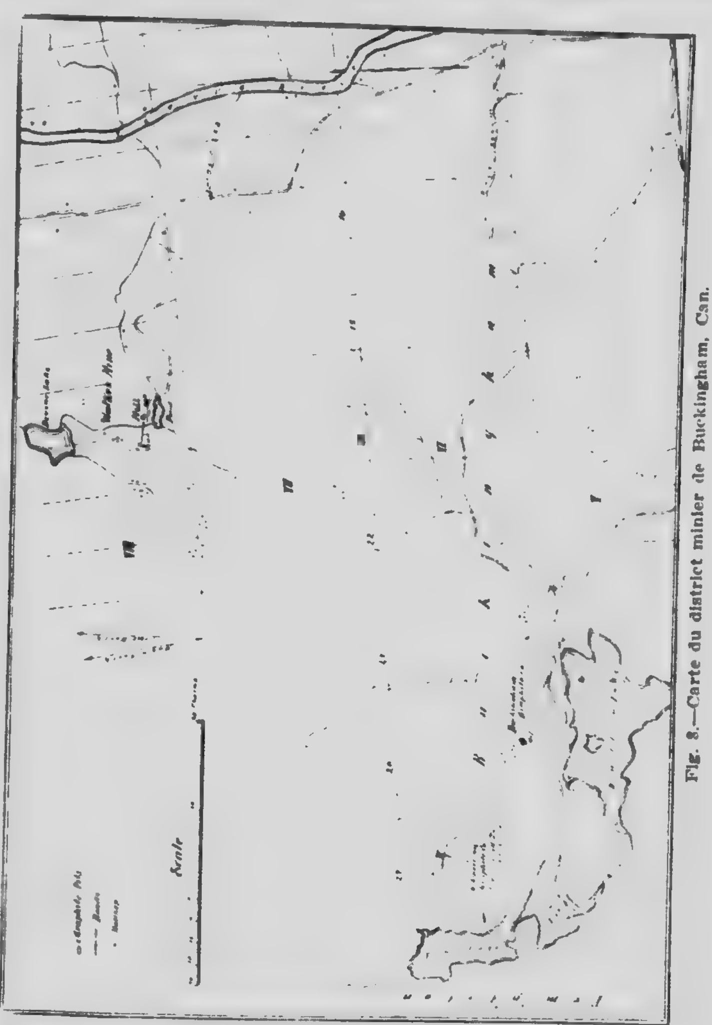


Fig. 8.—Carte du district minier de Buckingham, Can.

sont recouverts d'une bande de graphite disséminé. Parmi les nombreuses amorces de fosses qui existent sur la propriété, une des plus importantes est celle qui est située sur le sommet d'une colline, No 4, à un demi-mille de l'usine dans la direction du sud. C'est une tranchée ouverte vers le nord qui suit un dépôt de graphite mesurant quelques pouces seu-

lement à la surface mais qui s'élargit, m'a-t-on dit, à une profondeur de douze à quinze pieds. Le minéral y est sous forme disséminée. A l'ouverture de la tranchée conduisant à la fosse on a creusé un puits de cinquante pieds de profondeur, dans lequel, dit-on, on a trouvé partout de la plombagine. Au coin nord ouest de cette fosse, la roche forme un anticlinal dont les flancs se trouvent respectivement dirigés à l'est et à l'ouest. Par suite de ces conditions, la bande graphitique forme comme une couverture recouvrant un dos de roche quartzeuse semblable à celle trouvée dans la fosse No 1. Un gneiss qui contient du mica et du graphite et qui est en partie décomposé et rouillé recouvre le minerai. La direction de la fosse est N.E. 10° avec une inclinaison vers l'est de 45° et ceci donne à peu près la direction et l'inclinaison du gisement exploité.

Le minerai est traité à sec, les résidus étant traités à l'eau dans les boîtes brévetées de Brumell. Il y a en travail six concentrateurs Hooper, quatre meules, deux séries de cylindres et deux broyeurs avec tous leurs accessoires. Un moteur à petite vitesse de cent chevaux-vapeur, alimenté par deux chaudières horizontales de 100 chevaux-vapeur chaque, donne la force motrice nécessaire à l'usine. On y produit dix qualités différentes, depuis un graphite très fin pour lubrifiants et creusets jusqu'aux qualités bon marché. L'usine produit par semaine environ cinq tonnes de graphite purifié.

"*The Buckingham Company*".—Cette mine, connue auparavant sous le nom de "The Pugh and Wearts Mine", comprend les lots 26 et 27 de la sixième concession du canton de Buckingham. L'usine est située sur le lot 26, près du coin sud-est: toutes les amorces de galerie et les fosses se trouvent sur les lots 26 et 27. Ces lots sont à sept milles de la station du "Canadian Pacific Railway". Parmi les nombreuses amorces de galerie que l'on trouve sur cette propriété, on peut mentionner les suivantes qui ont seules quelque importance. A la fosse No 5 (voyez la carte) à un quart de mille de la grande route, il y a une veine de graphite ayant dix-huit pouces d'épaisseur à la surface; on l'a suivie jusqu'à soixante-dix pieds de profondeur où elle se divise en veinules n'ayant que quelques pouces d'épaisseur. La direction de cette veine est N.W. 85° avec une inclinaison de 75° vers le sud. Le mur nord consiste en granite massif tandis que les affleurements au nord et à l'est de la fosse sont formés d'un gneiss rouillé et oxydé. Les murs de la veine sont recouverts d'une mince couche de calcite et on remarque sur le mur sud près de l'entrée actuelle des travaux un certain nombre de petits cristaux d'apatite. En examinant les déchets on s'aperçoit qu'un feldspath légèrement coloré forme la principale gangue. La fosse mesure soixante pieds de longueur et de trois à quinze pieds de largeur. Sa profondeur totale est, m'a-t-on dit, soixante-dix pieds. La fosse No 6 est celle qui a été le plus travaillé; elle est située à mi-hauteur au sud ouest de l'usine. L'ouverture a quatre-vingt-cinq

PLANCHE VIII.



Large affleurement de graphite à l'extrémité nord du lot 14B canton de Buckingham

pieds de long avec une direction principale N.E. 40°. Le côté sud est composé de granite grossier très riche en feldspath. Le graphite s'y rencontre sous forme disséminée et est très irrégulier; il existe aussi de petites veines et des bandes de gneiss contenant du graphite en lamelles; la largeur de ces bandes varie de quelques pouces à quatre pieds. Une zone à graphite se voit sur le côté nord ouest de la fosse où elle recouvre un granite et est recouverte par un gneiss rouillé. Dans le voisinage immédiat de cette fosse, vers l'est on a foré un puits jusqu'à une profondeur de trente-cinq pieds, qui laisse voir une zone de graphite se dirigeant vers l'usine. Au sud-est de la fosse No 6, sur le flanc sud de la même colline dans la direction du lac Donaldson se trouve la fosse No 7 qui mesure soixante pieds de longueur et de vingt-cinq à quarante pieds de profondeur. Le minéral est disséminé dans une bande de deux à trois pieds de largeur qui s'enfonce rapidement vers l'ouest. La surface exposée du minerai est décomposée et forme un dépôt sableux rouge.

Il y a quelques années, le minerai était traité exclusivement par la voie sèche; il était d'abord grillé pour le dessécher et le désulfurer, et aussi pour rendre la roche plus aisément pulvérisable. On le triait alors à l'aide d'un système de cylindres et de tamis.

The Buckingham Graphite Company.—Le directeur gérant de cette compagnie est M. H. P. H. Brumell, ingénieur des mines, l'expert bien connu en tout ce qui concerne le graphite. La propriété comprend 1,388 acres de terrain, la plus grande surface possédée par une seule compagnie exploitant le graphite au Canada. Il y a beaucoup de fosses et d'amorces de puits sur toute la propriété, plus particulièrement sur le lot 20, concession 8, tandis que l'usine est située sur le lot 19 B, concession 8, sur le bord d'un petit cours d'eau qui fournit constamment de l'eau potable. La fosse No 1 (Fig. 8) d'où provient la plus grande partie du minerai se trouve à l'ouest de l'usine à laquelle elle est réunie par un tramway. Une galerie a été percée dans le flanc de la colline sur une distance de 150 pieds. A cette distance la galerie s'élargit, elle a dix pieds et de vingt à trente pieds de hauteur. Le minerai est disséminé et riche; il se trouve dans un gneiss. Il y a des bandes de calcaire qui contiennent aussi du graphite disséminé mais il semble que le minérai exploitable est limité au gneiss. On rencontre parfois de petits amas de pyrite dans cette dernière roche. Sur le flanc de la colline au nord-est et au sud-ouest, des amorces de puits montrent que le minerai est abondant et que la propriété a une réelle valeur si elle est convenablement exploitée. Le calcaire, dans la galerie No 1 forme un lit interstratifié et contient de nombreuses injections de gneiss gris dans la masse calcaire. Le direction du gneiss graphitique est N.E. 50° avec une inclinaison vers le nord-ouest de 75°. Il y a une trentaine de fosses sur la propriété qui montrent à différents degrés l'abondance du minéral; beaucoup d'argent a été dépensé pour dévelop-

per cette mine. On a récemment ouvert une nouvelle fosse à 100 verges au nord-est de la grande fosse; cette fosse, d'après les derniers rapports promet de bons résultats et donne un pourcentage élevé de larges lamelles. L'usine a 122 pieds de longueur et 72 de largeur et elle contient toute la machinerie nécessaire pour le broyage, la séparation et le nettoyage du minéral. L'usine marche d'après la méthode Brumell et la production est de deux tonnes de graphite purifié par jour.

Une autre propriété qui s'est récemment fait remarquer est celle de la "*Diamond Graphite Co*", qui a pour directeurs des capitalistes de New-York. La richesse de ce gisement a été démontrée par MM. J. J. Tonkin, T. T. Hazlewood, J. S. DuBois et C. L. DuBois, tous actionnaires de cette compagnie, qui n'ont économisé ni effort ni argent pour connaitre la valeur des dépôts en partie cachés par des alluvions et par des couches superficielles de la roche encaissante.

La propriété comprend les lots 14 A et B du 10ème rang du canton de Buckingham, comté de Labelle, et couvre une superficie d'environ 200 acres. Elle est parfaitement disposée pour en faciliter l'exploitation, le graphite se trouvant sur le flanc d'une colline rocheuse allant de l'est à l'ouest.

On a foré de nombreux puits d'essai sur toute la propriété; de plus 14 sondages à une profondeur de 14 pieds ont permis de trouver de nouveaux gisements et de se former une idée du caractère et de l'étendue des dépôts amorcés à la surface. On a pu ainsi évaluer la superficie productive de graphite à environ un demi-million de pieds carrés, étendue qui a été vérifiée par plus de cinquante tranchées, fosses et sondages de reconnaissance. En dehors de cette surface prospectée avec soin on a trouvé beaucoup d'indices du minéral dans le voisinage, mais aucun travail n'y a été fait.

Le graphite est exclusivement laminaire et se rencontre sous forme disséminée dans une gangue décomposée formée d'une roche schisteuse rouillée, vert foncé et quelquefois noir verdâtre et traversée de bandes étroites de gneiss quartzeux. Quelquefois la roche graphitique repose en concordance sur un schiste quartzeux. Elle est souvent traversée par des dykes de feldspath pur, de quartz, de granite à hornblende ou de diorite à mica et dans le voisinage de cette dernière se trouvent parfois des veines de graphite pur. La roche graphitique est riche en pyrite comme on le voit dans la majorité des fosses; ces pyrites exposées se décomposent et donnent à la roche une teinte blanchâtre. La roche a une apparence rubannée bien nette et les grandes lamelles de graphite semblent être plus abondantes entre les feuillets de la roche. Une série d'essais faits avec des échantillons moyens de la roche graphitique ont montré que celle-ci contient en moyenne plus de dix pour cent de lamelles.

Au moment où ce livre est écrit une usine pour le traitement du mine-



Nouvelle usine de la Diamond Match C°, à [illegible]

...st en construction au pied de l'extrémité ouest de l'arête rocheuse. La méthode de traitement employée sera celle de la "International Dry Contractor Company", 42 Broadway, New-York; c'est un traitement ... Le minerai est transporté par un tramway incliné des différentes galeries au four fixe où le soufre est éliminé. Il passe alors à travers les broyeurs, broyeurs à mâchoires et cylindres, et après tamisage est délivré aux concentrateurs Krom où la séparation des lamelles et de la gangue s'effectue. Les lamelles sont enfin tamisées et polies; le minéral est dès lors prêt à être vendu. On a l'intention de ne fabriquer à cette usine que les meilleures qualités de graphite, celles employées pour les creusets et comme lubrifiants.

L'usine aura une capacité de 100 tonnes de roche par jour avec deux équipes; la production sera donc d'environ 8 tonnes de graphite par ... L'usine mesure 26 pieds de largeur et 72 pieds de longueur, on élève aussi des bâtiments pour les chaudières, les machines motrices, etc. L'usine marchera à l'électricité fournie par la vapeur d'abord et ensuite par une chute d'eau qui se trouve au village de Masson sur la Lièvre à une distance de 9 milles. Elle sera divisée en plusieurs sections, chaque section étant mise en marche par un moteur. Les logements ont 29 pieds de largeur et 56 pieds de longueur; ils ont deux étages et peuvent abriter 40 hommes.

Propriétés Dickson. Il y a beaucoup d'indices qu'il existe une région riche en minéraux dans la quatrième concession du canton de Buckingham.

On a foré un certain nombre de puits d'essai sur les lots 1, 2, 3, 4, 5, de cette concession, surtout sur les lots 3 et 4. Sur le lot 3 on a mis à jour une belle veine graphitique sur une longueur de 40 pieds et une largeur de 30 pieds. Le minerai y est surtout sous forme disséminée; on y rencontre de temps en temps des veines de graphite laminaire. Dans le voisinage de ce gisement se trouve un autre affleurement de 37 pieds de longueur et de 9 pieds de largeur. Deux chaînes plus loin à l'est de cette veine il y a encore des affleurements et quelques puits d'essai ont donné du graphite sous forme laminaire. Au nord-est de la veine à une distance de 6 chaînes on remarque encore des puits d'essai et tous présentent du graphite en plus ou moins grande abondance.

Tous ces affleurements indiquent évidemment la continuation de la zone graphitique vers le nord.

Sur le lot 4, concession 4, à 15 chaînes environ au nord de la limite sud de cette propriété on a exploité un affleurement de 100 pieds de longueur et de 8 pieds de largeur. Il semble suivre la direction de la formation et présente du minerai sur toute son étendue. Parallèlement à cet affleurement et à 75 pieds au nord-ouest s'en trouve un autre de 35 pieds de longueur et de 9 pieds de largeur, tandis que 15 pieds plus loin s'en

trouve encore un autre de 16 pieds par 9 pieds. Ces deux derniers affleurements présentent beaucoup de graphite et appartiennent sans doute à la même formation minéralogique.

On a également travaillé sur le lot 28, concession 4, du canton de Lochaber. Au centre de cette propriété connue sous le nom de lot Pearson on voit un affleurement de bon minerai sur le flanc de la colline, travaillé sur une longueur de 18 pieds et une largeur de 8 pieds. Le graphite y est associé avec du calcaire cristallin, sous forme disséminée. De l'autre côté du vallon à l'est un affleurement analogue à mi-côte présente du minerai sur une longueur de 67 pieds et une largeur de 33 pieds. De nouveaux travaux montreront sans aucun doute que la zone graphitique est plus large. Sa direction est nord-est sud-ouest. On rencontre du graphite à intervalles sur une longueur de 250 pieds au nord-est, et il n'est pas douteux qu'une exploration plus minutieuse révèle des quantités énormes de minerai.

La propriété de H.E. Dickson, dans la 8ème concession du canton de Buckingham, comprend les lots 20, 21 (moitié nord) et les lots 22 à 27, en tout à peu près 1600 acres; elle touche à la mine de graphite bien connue "The Walker Mines."

Les affleurement rocheux du lot 22 consistent surtout en gneiss rouillé associé à des calcaires cristallins, diorites, etc.

Au coin sud-est de cette propriété un affleurement exploité sur une longueur de 18 pieds et sur une largeur de 4 pieds montre de très beaux échantillons de graphite disséminé. A 150 pieds au nord-est se trouve un petit puits d'essai qui présente le graphite sous forme disséminée tandis que dix pieds plus au nord un affleurement a été ouvert sur une longueur de 25 pieds et sur une largeur de 5 pieds. La direction de la formation est N.E. 25° et les affleurements à stries glaciaires montrent le graphite disséminé en abondance avec des bandes de la variété laminaire; l'une de celles-ci a environ 7 pouces de largeur. En suivant la veine vers le nord à environ 500 pieds on voit à intervalles des indices de minerai et à l'extrémité nord de la colline qui se termine à un petit ruisseau, se trouve un affleurement de gneiss rouillé exploité sur une longueur de 19 pieds et une largeur de 4 pieds. La direction en paraît N.E. 40° et le gisement est formé des variétés disséminée et laminaire. A l'est de l'excavation, du diorite affleure sur une longueur de 20 pieds tandis que de l'autre côté du vallon et sur la même veine se trouve un affleurement de gabbro grossier qui offre une grande quantité de graphite laminaire et cristallin. Dans le vallon et 100 pieds à l'ouest, on voit quelques bons affleurements avec du graphite laminaire. Il est évident que les conditions de cette propriété promettent de bons résultats et une étude soigneuse du terrain devrait faire découvrir quelques gisements productifs. Sur les lots 23, 24, 25 et 26 de l'est à l'ouest on remarque des indices de graphite. Sur le lot 26 un

puits de 6 pieds de profondeur a été creusé sur le flanc de la colline et le graphite y apparaît sous forme disséminée.

Sur le lot 27 de la huitième concession deux affleurements à mi-côte ont été travaillés et montrent le graphite sous sa forme disséminée et sous a forme laminaire. L'un des affleurements a été exploité sur une longueur de 14 pieds et une largeur de 9 pieds. Le graphite y est bien distribué et à 25 pieds de là sur la même veine on peut voir un autre affleurement graphitique. L'excavation inférieure présente la même espèce de roche et de minerai et a 9 pieds de longueur sur 11 pieds de largeur. Comme le minerai sous forme laminaire existe entre les deux puits d'essai, c'est-à-dire sur une distance de 47 pieds, il n'y a pas de doute que le gisement ait quelque importance.

Gisements de Grenville.

Sir William Logan décrivit en 1845-46, quelques uns des gisements du lot 10, concession 5 de Grenville, comté d'Argenteuil, où l'on exploita le graphite pendant quelques années. La propriété fut ensuite abandonnée pendant une vingtaine d'années, puis réouverte pendant quelque temps sous le nom de "Miller Mine". En 1898, elle fut acquise par la "Keystone Graphite Company" de Wilkesbarre, Penns., qui y fit beaucoup de travaux mais l'abandonna dans la suite. Dans le rapport du Service Géologique de 1876, mention est faite de cette localité et une brève description y est donnée de ces gisements. En 1899, des travaux furent entrepris sur le lot 9 à l'est par la "National Graphite Company," de Scranton, Pens., la roche est pratiquement la même sur les deux lots. Cette propriété a aussi été abandonnée depuis.

La région a été examinée avec soin par le docteur Osann en 1899, et voici un extrait de son rapport :

"La roche encaissante est presque partout le calcaire cristallin coupé par des injections de granite et de roche analogues. Le graphite se rencontre généralement d'une manière irrégulière au contact, ou près du contact, du calcaire avec les dykes de granite ou de diabase; ces deux roches existent dans les excavations; on le rencontre aussi en veines irrégulières, massives plutôt que fibreuses et variant en épaisseur de quinze pouces à deux pieds.

"Plusieurs puits d'essai ont été creusés sur la propriété; dans le puits principal la roche est calcaire avec des bandes de gneiss rouillé, traversées par du granite blanc; le dyke formé par ce dernier est traversé à son tour par un dyke de diabase vert clair. Le graphite se rencontre surtout dans deux veines irrégulières et aussi dans la masse granitique; il y a en outre une petite veine à la limite du diabase. Les veines sont divisées et mélangées de granite blanchâtre et parfois rougeâtre.

"Cette roche granitoïde a l'aspect d'une veine plutôt que d'un véritable dyke. Elle contient plusieurs minéraux y compris de la scapolithe, de la hornblende, du graphite, du pyroxène, de la pyrite et de l'apatite. Au sud du puits principal qui a seul été exploité, la roche, à la surface, semble être uniquement du calcaire sur une certaine distance et dans plusieurs puits d'essai, forés dans cette roche, on a trouvé une petite quantité de graphite disséminé."

La seule compagnie qui exploite le graphite dans le district de Grenville est à présent "The Calumet Mining and Milling Graphite Co." qui possède 258 acres de terre sur les deuxième et troisième concessions (lot 16 de chacune d'elles) en arrière de la station de Calumet sur le "Canadian Pacific Railway". Cette propriété est à 60 milles à l'ouest de Montréal et à la même distance à l'est d'Ottawa. Les travaux les plus importants sont situés sur le flanc de la colline à 150 pieds au dessus du chemin de fer; ils consistent en une tranchée à l'extrémité de laquelle se trouve un puits profond de cinquante pieds. La roche encaissante est du gneiss ayant une direction N.E. 70° coupé çà et là de bandes de granite, de quartz et de calcaire cristallin. On remarque dans la tranchée et dans le puits quatre veines de graphite de quelques pouces à dix-huit pouces de largeur qui s'élargissent, m'a-t-on dit, vers la base (l'examen en a été empêché par l'eau qui noyait le puits) et atteignent une largeur de trente pouces. Cinquante-cinq tonnes de ce graphite ont été exploitées et envoyées à la "Globe Refining Company" de Jersey City, N. J., et ont donné trente-deux tonnes de graphite purifié pour creusets. La "Morgan Crucible Company" de Londres et "J. H. Gauthier and Company" de Jersey City, ont employé de ce graphite dans leurs creusets et l'ont déclaré égal au meilleur graphite de Ceylan.

Plus loin sur la colline un certain nombre d'affleurements, d'excavations et de puits ont, à différents degrés, offert du graphite, la plupart du temps sous forme disséminée dans un calcaire cristallin ou dans un granite très quartzeux; parfois on remarque des poches de feldspath qui contiennent le graphite sous forme de fines lamelles (Fig. 9).

Cette propriété est très bien située au point de vue des transports et a d'autres avantages naturels; la force motrice hydraulique est produite par la Rivière Rouge à une distance de cinq milles. Au moment où est fait ce rapport, on est en train de percer une galerie à la base de la colline dirigée vers le puits principal dans le but de les réunir par un plan incliné et ainsi de recouper et d'explorer plus complètement les veines suivies dans le puits. On vient de construire une usine sur la propriété, près de l'entrée de la galerie. Le bâtiment principal mesure 60 x 90 pieds. La capacité de l'usine est évaluée à 50 tonnes de roche à graphite par jour. Une innovation dans cette usine est l'emploi de broyeurs à boulets pour le nettoyage et le polissage des lamelles de graphite. La force motrice

sera d'abord fournie par la vapeur, mais plus tard l'électricité produite par la force hydraulique provenant de la Rivière Rouge sera employée.

Dans le canton d'Amherst, comté d'Ottawa, plusieurs affleurements de graphite de la variété cristalline ont été découverts sur les lots 15, 16 et 17, concession 6; ces lots contiennent ensemble 300 acres et appartiennent à la "Montreal Improvement Co., Limited", de Montréal, 90 rue



Fig. 9—Veine de graphite dans un calcaire grenu près de la station de Calumet.

Saint-Jacques. Ces propriétés sont situées à une distance de 12 milles de la station de Jovite sur le "Canadian Pacific Railway" au nord de Grenville. Le principal gisement se trouve, paraît-il, au centre du lot 16. Il consiste en une veine de minerai sous forme laminaire, de 25 pieds de largeur et il a été suivi sur une grande distance à travers la propriété dans une direction sud-est nord-ouest. La roche encaissante est, dit-on, du gneiss granitoïde. Un échantillon de graphite laminaire analysé par Milton Hersey de Montréal, a donné 73.41% de carbone.

Conclusions générales sur les régions graphitiques.

En étudiant les districts de Buckingham et de Grenville, nous trouvons une grande ressemblance entre l'allure de ces deux dépôts de graphite, en ce qui concerne la roche encaissante aussi bien que les veines et les minéraux qu'elle contient. Au sujet des observations de M. Osann sur ce point, on peut remarquer que le graphite dans ces deux localités semble avoir rempli des veines et est par suite plus jeune que la formation

dans laquelle on le rencontre; il y existe surtout disséminé dans la roche. Les veines en générales traversant celle-ci dans toutes les directions, indépendamment de sa direction propre et la majorité se dirigeant vers le nord-est. Le graphite forme dans la plupart des veines la seule substance de remplissage; dans quelques unes, le pyroxène, l'apatite verte, la sapolithe, la titanite et la wollastonite sont associés à ce mineral. C'est de ces veines que la roche a été imprégnée de graphite et là où cette roche est un calcaire cristallin, le graphite semble s'être disséminé d'autant plus facilement que la structure de cette roche est lâche. Lorsque la roche encaissante est du gneiss, la pénétration du graphite est limitée aux couches les plus riches en mica dans lesquelles la roche se brise aussi plus facilement.

Au contact des veines de graphite les roches voisines ont été changées en scapolithe et pyroxène comme c'est en particulier le cas des veines à apatite. A Grenville, le calcaire grenu a été converti en un mélange de pyroxène, de wollastomite et de titanite.

Au point de vue de l'exploitation, le graphite disséminé est le plus important puisqu'il se rencontre en gisements étendus et assure un rendement beaucoup plus constant que le graphite en veine. Dans les premiers temps de l'exploitation du graphite, on recherchait surtout le graphite en veines car il était plus pur et plus dense; il exigeait de ce fait et dans la majorité des cas peu de travail pour sa purification. Mais les quantités obtenues étaient généralement si faibles qu'elle ne pouvaient légitimer la dépense qu'auraient entrainée les travaux importants exigés pour l'exploitation de gisements aussi incertains. Aujourd'hui, les plus grandes mines exploitent surtout le minerai disséminé et ce sont ces gisements que l'on recherche et que l'on s'efforce d'utiliser.

Résumé des gisements de graphite dans la Province de Québec

Canton de Grenville......	concession 2, lot 16, et concession 3, lot 16, près de la station de Calumet.	
	concession 5, lots 9 et 10.	
Dépendance de Grenville.	" 2, lot 3.	
	" 4, lots 8, 13, 14.	
	" 6, " 1, 3.	
Canton d'Amherst........	concession 6, lots 15, 16 et 17.	
Pointe de Chatham.......	concession 4, lot 5.	
Canton de Buckingham...	concession 4, lots 1, 2, 3, 4, 22, 24.	
	" 5, " 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27.	
	" 6, " 15, 16, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28.	
	" 7, " 4, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28.	
	" 8, " 19, 20, 21.	

PLANCHE X.



Nouvelle usine pour le traitement du graphite (100 tonnes par jour) de la "Calumet Graphite Mining & Milling Co.", Calumet, P. Q.

Canton de Buckingham...	concession 9,	lots	4, 5, 17, 19, 21.
	" 10,	"	3, 4, 12, 13, 14, 17.
	" 11,	"	4, 5.
	" 12,	"	23, 24.
Canton de Cameron......	" 4,	"	17.

Canton de Lochaber limitrophe de celui de Buckingham à l'est.—Dans ce canton quelques uns des dépôts de graphite sont considérables et ont été exploités, avec des interruptions, depuis quarante ans. Ils existent sur les

Concession 4,	lot	28.
" 7,	lots	10, 24.
" 8,	"	23, 24, 25.
" 10,	"	22, 23, 26, 28.
" 11,	"	21, 23, 24, 25, 26, 27.
" 12,	lot	23.

Canton de Hull, concession 1, lot 9; Wakefield, concession 1, lot 7; Wright, concession XIV, lot 47; Portland West, concession III, lot II. A environ 30 milles au dessous des chûtes High Falls sur la Lièvre, sur les lots 23 et 24, concession VI, aux rapides Cawood and Babiche. Canton de Bathburg, concession 2, lot II; Wentworth, concession 3, lots 1 et 2; Saint-Boniface de Shawinigan, concessions IV, V, VI; sur la rivière St-Maurice à la Pointe à la Mine, à deux milles au dessus de Piles; S. E. Provost, concession II.

La liste ci-dessus comprend toutes les localités connues comme contenant des gisements de graphite ayant quelque valeur. Il est probable qu'avec l'extension de la colonisation surtout dans les parties septentrionales de la province on découvrira de nouveaux gisements. Il est évident que beaucoup des gisements désignés ci dessus ne sauraient légitimer les dépenses qu'entraînerait une exploitation régulière; mais il y a d'autre part dans leur nombre des propriétés de grande valeur qui n'attendent qu'un directeur habile soutenu par des capitaux suffisants.

Ontario.

Sir William Logan dans son rapport pour 1846, indique un gisement de graphite dans un calcaire cristallin sur le lot 21, concession A du canton de Wentworth, près de la rivière Ottawa. Dans son rapport de 1863, il mentionne aussi une plombagine de bonne qualité dans le canton de Burgess qui se présente généralement sous forme disséminée dans les calcaires Laurentiens en arrière de Kingston. Il cite aussi un dépôt de plombagine près du déversoir du lac Gold, concession IX, lot 6 du canton de Loughborough, dans un calcaire cristallin et mesurant de 3 à 18 pouces de largeur. Le minéral est mélangé avec du quartz vitreux et translucide

dans lequel des morceaux de graphite pur se rencontrent parfois. Il nomme encore le lot 18, concession IX du canton de Bedford et le lac Bird dans le même canton pour leurs gisements de plombagine dans des couches de calcaire cristallin.

Depuis cette époque on a découvert de nombreux gisements de graphite dans la province d'Ontario et quelques uns d'entre-eux sont importants tant au point de vue de leur étendue que de leur valeur commerciale. H. G. Vennor dans son rapport de 1872-73, décrit un gisement à North Elmsley, concession VI, lot 21, près de Oliver's Ferry, sur le canal Rideau. L'histoire de cette propriété est intéressante. Découverte en 1871, elle fut d'abord exploitée d'une manière intermittente par différents propriétaires; une usine y fut bâtie pour le traitement du minerai, mais mine et usine furent fermés en 1875. La mine était abandonné depuis 18 ans, lorsqu'en 1893 M. J. Fraser Torrance, en recommença l'exploitation mais pour peu de temps. En 1901, le docteur R. A. Pyne, de Toronto, acheta la propriété et afin de vérifier la profondeur des couches graphitiques, fit percer un certain nombre de trous de sondage jusqu'à une profondeur de cinquante à cent pieds. Même méthode fut suivie sur les lots 22, concession VI, et 23, concession VII. Dans tous ces sondages on trouva du graphite disséminé et parfois des amas de graphite pur; on constata également la présence d'apatite. A la suite de ces recherches la propriété fut achetée par M. Rinaldo McConnel, d'Ottawa, en 1902, qui l'a exploitée et y a construit une usine pour le traitement du minerai.

Le minerai ici se rencontre dans une roche analogue à celle de Grenville, tandis que le gisement dans l'ensemble se rapproche des dépôts du district de Buckingham.

Les principaux travaux sont à présent à environ 300 verges au sud-ouest des anciens travaux dans un calcaire cristallin La fosse principale a environ 250 pieds de longueur, une largeur variant de six à dix pieds et de dix à quinze pieds de profondeur. La plupart des tranchées sont sur la ligne de faîte d'un anticlinal. A cent pieds de cette fosse vers le sud se trouvent une autre fosse de 18 pieds de profondeur, trente pieds de longueur et de quatre à huit pieds de largeur et une galerie de six pieds au fond de cette fosse.

Le calcaire cristallin contient des bandes rouillées de gneiss sillimanite dont l'inclinaison varie de 5° à 10° à l'exception de l'extrémité nord-est de la fosse principale où les couches s'enfoncent sous un angle de 40°. Le graphite est disséminé au milieu du calcaire et du gneiss; parfois le minéral devient très abondant et semble s'être amassé sous forme de petites masses lenticulaires et de poches. Les roches éruptives n'apparaissent pas dans les excavations récentes mais non loin des travaux vers le sud-est on peut voir du granite. Il semble n'y avoir ni graphite amorphe, ni graphite laminaire ou fibreux; tout le minéral est sous forme dis-

PLANCHE XL



Usine à graphite à North Elmsley, fonctionnant par la force hydraulique.

séminée. Une usine pour la séparation du graphite de sa gangue existe à trois milles de la mine et à un mille et demi de la station d'Elmsley sur le "Canadian Pacific Railway". Le procédé d'extraction est un procédé par voie sèche. Le minerai est grillé dans un four pour le dessécher, puis est broyé dans un broyeur Blake et dans deux séries de cylindres. Il passe alors à travers une série de concentrateurs pneumatiques Krom où le graphite est séparé de sa gangue. Les lamelles sont enfin polies à l'aide de meules et le produit est trié dans des tamis. La production de l'usine est 10 tonnes de minerai par journée de 10 heures et on prétend que le rendement obtenu est de 10 pour cent de graphite.

Une autre propriété importante et qui contient de riches dépôts est la mine Black Donald, canton de Brougham, à l'extrémité ouest du lac White Fish, comté de Renfrew; elle appartient à la "Ontario Graphite Company". Cette propriété comprend les lots 16, 17, 18 et 19, concession B. La mine elle-même est située sur le lot 17, concession 3, et par la route actuelle est à 14 milles de Calabogie sur le "Kingston and Pembroke Railway". Le lot fut d'abord acquis par John Moore, en vertu de la loi dite "Free Grants Act" et après y avoir découvert du graphite, Moore se rendit acquéreur des droits de mine. Les travaux de recherche furent commencés sous la direction de l'auteur en 1895, et l'exploitation avec quelques interruptions a été continuée depuis. Les gisements se trouvent près du lac White Fish; leur direction est nord-est sud-ouest entre deux murs de calcaire cristallin avec un inclinaison de 70° vers l'ouest.

Le minerai se rencontre dans une veine verticale traversant le calcaire cristallin et est formé surtout de graphite amorphe; on en trouve aussi en lamelles formant de petites poches et dans les murs schisteux qui ont plusieurs pieds d'épaisseur. La quantité de carbone contenue est d'environ 65 pour cent dont 45 pour cent est amorphe et 20 pour cent est en lamelles; la gangue est composée de calcaire et de filons ou poches de chlorite, appelée mica à cet endroit. La veine est uniforme entre les épontes et le contenu en graphite est aussi très uniforme. Il y a par places des amas de graphite amorphe très riches qui donnent jusqu'à 80 pour cent de carbone. Il y a également des dépôts pauvres de graphite en lamelles dont la richesse en carbone dépasse rarement 25 pour cent, tandis que la dimension maxima des lamelles est telle qu'elles peuvent passer à travers un tamis de 8 mailles. La veine augmente en largeur d'une manière continue, de 16 pieds à l'est jusqu'à 26 pieds à l'extrémité ouest des galeries, à 400 pieds plus loin environ. Le graphite diminue dans les murs au fur et à mesure que la roche encaissante devient plus dense et quand le roc contient moins de 15 pour cent de carbone, il n'est pas exploité: cette quantité est considérée, avec les procédés actuels, comme le minimum nécessaire pour que l'extraction soit rémunératrice.

Par suite de la densité et des dimensions des lamelles de la chlorite

ne sont les mêmes que celles du graphite il est difficile de séparer celle-là quand on concentre le graphite. On met donc de côté les dépôts qui contiennent de la chlorite et ceux de graphite amorphe très riche dans le but d'en former un produit ne contenant pas moins de 50 pour cent de carbone qui est utilisé par les fondeurs pour enduire les surfaces des moules. La gangue mélangée ne nuit pratiquement pas dans ce cas.

Des fosses et des tranchées ont mis le minerai à découvert sur une distance de 400 pieds. Au nord il s'enfonce sous les eaux du lac et au sud il est recouvert par une épaisse couche de humus. Les forages au diamant ont donné les résultats suivants:

Au bord du lac, en partant de la surface: graphite 30 pieds; calcaire mélangé de graphite 6 pieds et demi, graphite disséminé 10 pieds; calcaire et graphite 7 pieds, graphite 1 pied et demi; feldspath et quartz 2 pieds, profondeur totale 66 pieds. Un autre sondage fait à une certaine distance du lac a donné 15 pieds de graphite, 7 pieds de calcaire cristallin et 6 pieds de graphite.

On remarque souvent des injections de granite dans le calcaire au voisinage du filon graphitique; elles contiennent quelquefois des amas de lamelles de graphite mais ne sont pas exploitables. Le puits principal est foré à l'extrémité nord-est de la veine près du lac et a une profondeur de 80 pieds avec une largeur de 10 à 12 pieds en tous sens. La galerie principale va à 200 pieds sous le lac et à 24 pieds au sud-ouest. Au nord-ouest de ce puits et à une distance de 140 pieds, la veine a été exploitée dans une tranchée de dix pieds de largeur et de cinquante pieds de longueur, 50 pieds plus loin un autre puits a été foré jusqu'à quarante-cinq pieds. Des sondages au fond du puits de 80 pieds avec la perceuse à pointes de diamant du gouvernement a montré l'existence de graphite à 120 pieds de la surface; la perceuse fut arrêtée par une roche siliceuse dure. Les travaux les plus récents dans cette partie de la mine ont montré que la veine y avait une largeur de 26 pieds, la plus grande qu'on ait encore rencontrée dans la partie extrême est des stopes. A une distance de 210 pieds au sud-ouest du puits principal un autre puits a été foré à une profondeur de 34 pieds. Une galerie au fond va vers le sud à une distance de 46 pieds et de son ouverture un plan incliné remonte à l'ouest sur une longueur de 32 pieds. Il y a deux autres fosses à 260 et 300 pieds au sud-ouest du puits principal qui atteignent respectivement 20 et 25 pieds. Dans la dernière de ces fosses on a vérifier l'étendue des gisements de graphite à l'aide de la perceuse à pointes de diamant.

A l'usine qui est située sur le bord du lac on emploie la voie humide. La machinerie consiste en un puissant broyeur Blake, un bocard à 10 pilons et deux lavoirs de 16 pieds de diamètre et de $2\frac{1}{2}$ de profondeur ainsi que d'autres appareils spéciaux. Le graphite après avoir été traité passe dans un séchoir puis est élevé dans un silo placé au dessus de l'étage supérieur; il est alors trié dans un trieur circulaire. Les différentes qu

PLANCHE XII



Vue [illegible] de l'usine de North [illegible]

lités de lamelles sont enfin passées à la meule qui les polit et donne une substance excellente comme lubrifiant ou pour enduire les moules des fondeurs. Cette usine est actionnée par l'électricité, produite aux chutes "Mountain Chute" sur la Madawaska, à environ deux milles et quart au sud-est de la mine. La station d'énergie construite à cet endroit comprend quatre roues de 20 pouces qui produisent un total de 600 chevaux-vapeur sur l'arbre réuni directement à un générateur électrique de 350 kilowatts. La ligne de transmission est formée de trois fils de cuivre, pour le courant triphasé, qui ont une longueur totale de 36,000 pieds.

Outre la machinerie, se trouvent à l'usine deux chaudières, l'une de 45 chevaux-vapeur, l'autre auxiliaire de 25 chevaux-vapeur, un élévateur à double cylindre et à un seul tambour et une perforatrice à six forets et à air comprimé. Cette installation forme une réserve dans le cas ou l'usine d'énergie électrique serait arrêtée temporairement.

Dans l'automne de 1902, un éboulement se produisit dans une des galeries souterraines située au dessous du lac et tous les travaux correspondant au puits principal furent inondés.

Au printemps 1904, M. Rinaldo McConnel se chargea d'exploiter cette mine. Il construisit un barrage autour de l'éboulement et la mine fut asséchée. L'exploitation a donné des résultats satisfaisants depuis cette époque.

Les dépôts ci dessus sont pratiquement les seuls dans la province d'Ontario qui aient été exploités d'une façon notable. On a cependant trouvé du graphite dans beaucoup de localités et voici une liste des plus importantes parmi celles-ci:

Canton de Marmora, concession VIII, lot 13*—graphite amorphe en petites veines et disséminé dans la roche. N'a pas été exploité.

Canton de Blythfield, concession IV, lots 13 et 14, près des rives de la Madawaska.—Le graphite s'y trouve dans un gneiss gris et rouillé associé à du granite et à un pyroxène gris verdâtre. On a rencontré les deux variétés amorphe et laminaire.

Canton de Faraday, concession 1, lot 13—On signale plusieurs affleurements graphitiques dans le calcaire et le gneiss.

Canton de Denbigh, concession 8, lot 34, comté d'Addington.—On y rencontre du graphite amorphe en couches et en amas dans une gangue calcaréo-siliceuse; l'analyse du minerai montre 51.67 de carbone. Cette propriété a été exploitée en 1903 par M. I. G. Allan, d'Hamilton, Ont.; un puits a été foré à une profondeur de 45 pieds et environ 150 tonnes de minerai ont été extraites. Le minerai est silicieux à la partie supérieure du gisement, mais on dit qu'il devient meilleur en descendant. Une analyse de ce minerai est donnée page 100.

* D'après les rapports du Service Géologique du Canada.

Canton d'Ashby, concession VIII, lot 1.—Cette propriété est contigue à la précédente, à l'ouest. On y a trouvé de bon minerai mais les moyens de transport laissent à désirer, la distance à la station de chemin de fer la plus voisine est d'environ 30 à 40 milles.

On a également signalé du graphite sur les propriétés suivantes:

Canton de North Burgess, concession 1, lot 10.
" " Bedford, concession 6, lot 2, concession 9, lot 18.
" " Dungannon, concession XIII, lot 28.
" " Loughborough, concession IX, lot 6.

Un gisement particulier de graphite a été découvert dans le district du lac Stony, près du village d'Apsley.* A une petite distance à l'est d'Apsley il y a un dyke de pegmatite quartzifère qui traverse un calcaire cristallin. Ce dyke contient une quantité considérable de graphite qui remplit de nombreuses fissures dans la pegmatite et s'y trouve en quantité suffisante pour qu'on ait essayé de l'exploiter. Ce graphite provient évidemment du dépôt d'une solution analogue aux dépôts d'anthracite dans lesquels le minéral recouvre des cristaux d'autre substance.

Nouveau-Brunswick.†

L'existence de graphite dans cette province y est connue depuis 1839, époque à laquelle Gesner dans son rapport sur la géologie du Nouveau-Brunswick décrivit un gisement près de Saint-Stéphen, "c'est une couche de graphite ou mine de plomb, dit-il, située entre deux couches de roche schisteuse. Cette couche fut exploitée car on pensait que c'était du charbon." D'ailleurs, aucun travail important n'a jamais été fait sur cette propriété.

Dans le rapport du Service Géologique de 1876-77, le docteur Matthew a attiré l'attention sur certains schistes graphitiques au sud de Saint-Stéphen, au nord de Saint-Patrick et près de la station de Dumbarton sur le "Canadian Pacific Railway". Ce n'est d'ailleurs qu'à ce dernier endroit que les gisements parurent suffisamment riches en graphite pour pouvoir être exploités avec profit. Dans les schistes noirs, qui affleurent sur la colline au sud de cette station il y a des poches de graphite suffisamment pur pour qu'on puisse l'utiliser comme lubrifiant ou pour noircir les poêles.

Sur la côte de la Baie de Fundy, à Lepreau Harbour, un dépôt de graphite anthracitoïde fut exploité comme charbon, il y a vingt-cinq ans. Ce dépôt est formé par une bande de schistes noirs et de charbon, ayant jusqu'à vingt pieds d'épaisseur dans une formation dévonienne. Les principaux travaux consistent en plusieurs puits et galeries, le puits le plus

* Rapport du Bureau des Mines, Toronto, 7899, page 213
† Extrait des rapports du Service Géologique du Canada

PLANCHE XIII



Usine de la "Black Donald Graphite Company."



[illegible] exploitation de la "Black Donald Graphite Company", comté de Renfrew, Ont.

profond atteignant 140 pieds. L'épaisseur de la bande exploitable dans le puits principal est de quatre pieds à peu près, son inclinaison variant de 80° à 90°. Le charbon qu'on en extrait brûle facilement sous un bon tirage et laisse 36.88 pour cent de cendres rougeâtres.

Des couches contenant du graphite plus ou moins disséminé se trouvent dans des roches d'âges et de caractères différents dans la province, mais on les rencontre surtout à la partie supérieure du système laurentien comme dans le comté de Saint Jean. Elles sont formées surtout de calcaire et par endroits contiennent suffisamment de graphite pour être exploitées.

Les dépôts les plus importants et ceux qui valent la peine d'être exploités sont situés près de la ville de Saint John non loin du pont suspendu. Ils furent indiqués par Gesner dans son rapport sur la géologie du Nouveau-Brunswick, en 1840, dans lequel il cite un calcaire contenant plusieurs veines de graphite, dont l'une se trouve sur le côté nord de la rue principale et mesure plus de quatre pieds d'épaisseur.

L'exploitation de ces dépôts semble avoir commencé en 1853, époque à laquelle 90,000 livres de graphite furent exportées. D'ailleurs cette exploitation n'était pas continue. Après que le travail eut été suspendu pendant de longues années, la mine fut réouverte en 1868, et nous savons par le rapport du Service Géologique qu'en 1871 et 1872, 6000 livres, évaluées à $12,000, furent exportées. Les opérations furent encore suspendues, puis reprises par M. S. S. Mayer, de Carleton, à un endroit situé sur les terrains de MM. Hazen et Botsford, à 600 verges de la rivière. Après que quelques tonnes eurent été extraites, M. Best et d'autres continuèrent ces travaux en forant de nouveaux puits où les conditions semblaient meilleures. C'était à 200 pieds au nord-est des travaux de Mayer et à quatre pieds de la face de la falaise de calcaire. A 15 pieds de la surface, le dépôt qui n'affleurait pas fut atteint au contact d'un calcaire cristallin et d'un dyke de trapp. Au début le dépôt n'avait que quelques pouces d'épaisseur, mais peu à peu son épaisseur et sa largeur s'accrurent jusqu'à ce qu'elles atteignissent, à une profondeur de 50 pieds, une largeur de huit à dix pieds. Une galerie percée en partant du puits et en allant vers le nord-est permit de découvrir une masse continue de graphite entre des couches de calcaire et de trapp; celles-ci se rencontraient à cet endroit et donnèrent une surface de contact unie tant qu'on put la suivre dans les travaux.

Le graphite est associé par places avec de la pyrite qui se sépare facilement et laisse le graphite comparativement pur.

Tous les dépôts exploités jusqu'ici dans le voisinage de la rivière Saint John, possèdent les mêmes caractères. Ceux de la mine "Split Rock" sont dans le calcaire cristallin à plusieurs endroits et il semble que les parties les plus avantageusement exploitables appartiennent à des bandes de schistes argileux dans lesquelles le graphite est disséminé.

L'épaisseur de ces bandes varie de un à quatre pieds. Le graphite de cette mine est lâche de structure; il a une couleur noir grisâtre et un éclat semi-métallique; sa trace est noire. On rencontre aussi de la pyrite associée au minéral et une analyse de M. Hoffmann a donné: carbone graphitique 48.775% — matières rocheuses 50.058% — eau hygroscopique 1.167%.

Pendant plusieurs années le minerai fut exporté non traité, mais on a construit une usine, dans ces dernières années, pour le nettoyage et la purification du minéral.

En se basant sur les recherches faites et sur les opérations minières qui ont eu lieu sur certains points, on peut dire que le graphite de la rivière St. John existe en quantité suffisante pour légitimer des travaux d'exploitation; le seul inconvénient semble, à présent, l'absence de méthodes pour obtenir un produit stable, tel que le demande le commerce. On signale des gisements de graphite dans d'autres parties de la province: dans le comté King, un graphite terreux se rencontre en lits de vingt-cinq pieds d'épaisseur, sous forme de schistes graphitiques noirs, ayant une direction nord-est que l'affleurement permet de suivre sur près d'un mille. Il a été exploité pendant quelque temps mais le pourcentage de graphite dans la roche était trop bas pour que l'extraction en fut avantageuse.

Parmi les autres localités nous citerons encore: Dorchester, Mackerel Cove, à un mille à l'est de la rivière Goose, sur le rivage de la baie de Fundy. Les gisements y sont dans des bandes schisteuses et ne semblent pas être exploitables.

Nouvelle-Ecosse.

Le graphite est largement distribué en Nouvelle-Ecosse; les gisements les plus importants sont sur l'île du Cap-Breton. Mais leur exploitation a eu jusqu'ici peu de valeur économique par suite de l'étendue limitée et de l'irregularité des dépôts. La roche où se rencontre [illegible] ral appartient à l'époque précambrienne et consiste en calcaire [illegible] accompagné de schistes avec des injections de granite. A [illegible] ve Inhabitants, comté d'Inverness [illegible] les dans une syénite rouge grossière [illegible] graphitique sont associés à des calcaires et à des schistes [illegible] furent pris autrefois pour des couches [illegible] ment des schistes graphitiques dans le voisinage [illegible] route dite "French [illegible] Road" [illegible] distance variant [illegible] laboratoire du Service [illegible] logique [illegible] la qualité de ce graphite [illegible]

[illegible]

les crayons quand il est purifié. Sa valeur au point de vue économique semble donc dépendre surtout du prix de revient de l'extraction et de la purification.

Quelques analyses des schistes de Grendale montre une grande divergence dans la richesse en graphite. Un des échantillons récoltés par M. Fletcher en 1878, ne donna que 13.965 pour cent de carbone, tandis qu'un autre échantillon du même gisement donnait 31.8% ; un troisième échantillon provenant des schistes de Cristmas Island, semblable à ceux de Glendale, donna 50.23% .†

Sur la rivière Salmon, comté de Guysborough, on a trouvé du graphite dans un schiste noir près du contact des schistes aurifères. Nous mentionnerons parmi les autres localités: Parrsborough‡, la rivière Salmon, Musquodoboit, Hammond's Plain, le ruisseau Fifteen Mile, l'île Bouarderie, les ruisseaux Gregwa et Gill. Dans ces dépôts le graphite existe surtout sous forme de schistes graphitiques, mais on n'a jamais cherché sérieusement à les exploiter. On a signalé aussi des gisements graphitiques à West Bay, Grand Narrows, East Bay et à l'île Hunters.

Colombie Anglaise.

Un gisement très intéressant de ce minéral, que prit d'ailleurs pour de la molybdénite celui qui le découvrit, fut trouvé par M. Downie, en 1860, à Alkow Harbour, canal de Dean** sur la côte de la Colombie anglaise. Plusieurs échantillons de ce minerai furent envoyés par lui. Le plus gros mesure 10 pouces par 6 pouces et a une épaisseur maxima de trois pouces; il pèse six livres et douze onces. Il consiste en petites lamelles d'un gris d'acier noirâtre et en couches de la même nature; une petite quantité de pyrite l'accompagne; le tout est disséminé dans une gangue formée surtout de heulandite. Une analyse d'un échantillon normal de ce minerai a donné 23.17% de graphite.

Détroit d'Hudson.

Lorsque le Diana* aborda à la station baleinière dite Blackhead dans [illegible] de Cumberland, au nord du détroit d'Hudson, en 1897, on put obtenir des échantillons des minerais graphitiques des environs. Les différents gisements qui se trouvent autour du golfe de Cumberland sont [illegible], étant donnée l'abondance de ce minéral à beaucoup d'endroits [illegible] les roches cristallines de la rive nord du détroit d'Hudson et [illegible] [illegible] roches autour du golfe appartiennent aussi à la série [illegible].

[illegible] Graphite, 1904, page 6
[illegible] on the Mines of Nova Scotia, 1880.
[illegible] Survey 1886, page 16 R.
[illegible] Survey 1898, page 20 M.

Etats-Unis.

Les dépôts de graphite sont très nombreux aux Etats-Unis; on en a trouvé dans presque tous les états de l'Union, soit en quantités exploitables, soit en quantités intéressantes seulement au point de vue minéralogique. Les états dans lesquels on l'a exploité sont les suivants:

Maine, New Hampshire, Massachusetts, Rhode Island, New York, Pennsylvania, Virginia, North Carolina, Georgia, Alabama, Ohio, Michigan, Wisconsin, Arkansas, South Dakota, Montana, Wyoming, Colorado, California, Nevada, et New Mexico.

Outre ces dépôts, le graphite a été trouvé en petites quantités dans presque tous les états de l'ouest. Dans beaucoup d'états la production annuelle subit de grandes fluctuations et le nombre des états producteurs varie aussi chaque année. Quelques uns ont produit du graphite d'une façon constante depuis de longues années; ce sont ceux qui contiennent les dépôts les plus étendus et les plus importants des Etats-Unis.

Les états producteurs dans l'ordre de leur importance sont: New-York, Pennsylvania, Wisconsin, Michigan, Georgia, Alabama, Ohio, Nevada, et North Carolina.

Etat de New-York.

Les principaux gisements qui ont fourni la majeure partie du minéral sont situés dans les comtés d'Essex et de Warren, les mines principales étant celles de Hague, Graphite et Ticonderoga. Le professeur Kemp† qui a étudié spécialement les gisements des Adirondack les divise en quatre groupes:

1° dans des veines de pegmatite; 2° des veinules de graphite; 3° quartzites à graphite; 4° dans des calcaires cristallins associés à des couches de gneiss. Dans les veines de pegmatite le graphite est grossièrement cristallin; mais on le rencontre rarement en quantité suffisante pour qu'il ait une valeur commerciale; il est associé à du feldspath, du pyroxène, de la hornblende et du quartz. A l'exception des anciens travaux de la "Dixon Company", à Chilson Hill, Ticonderoga, les poches et l'irrégularité de ces dépôts graphitiques en rendent l'exploitation très incertain. Le graphite là où il se rencontre en veinules d'un pouce environ de largeur est généralement associé avec du quartz fin. Ces veinules ne valent pas la peine d'être exploitées. Les quartzites graphitiques forment au contraire des couches sédimentaires régulières et sont les dépôts les plus réguliers et dont l'exploitation est la plus sûre. Les quartzites sont feldspathiques et la plombagine qui y est rarement pure et qui est associée à d'autres minéraux tels que la pyrite, se rencontre sous forme de lamelles

† Mineral Industry, 1903, page 185.

disséminées dans les quartzites. Le pourcentage de graphite dans la roche varie de 5 à 15; le minéral n'est pas aussi grossier que dans la pegmatite et se rencontre en amas plus importants. "The Joseph Dixon Crucible Co.", exploite des dépôts de cette nature près de Hague, à l'extrémité ouest du lac George (Fig. 10); on en exploite aussi dans les villes de Dresde et de Whitehall sur les deux rives de South Bay, lac Champlain.

D'après Walcott,* le gisement qui se trouve à quatre milles de Hague forme un lit de 3 à 13 pouces d'épaisseur et consiste en couches alternées de schiste graphitique et de schiste, qui peuvent être suivies sur plus d'un mille. Les grès à grenat forme une assise puissante au dessus et au dessous du lit graphitique. Le dépôt de graphite à l'apparence d'une couche de charbon fossile; le charbon a été transformé en graphite et les grès en grès durs à grenat, presque en quartzites. La couche graphitique a environ 9 pieds d'épaisseur et est formée de couches alternées de grès schisteux riche en graphite et de schiste.

Les quartzites graphitiques sont traitées dans deux usines, dont une travaillée par la voie humide et l'autre par la voie sèche. A Graphite, les quartzites graphitiques sont d'abord bocardées dans des bocards à pilons californiens, puis lavées dans des lavoirs jusqu'à ce que le graphite soit pur. La méthode de purification finale est secrète. A l'usine de Lakeside, la roche est écrasée sans eau et séchée afin d'en éliminer toute l'humidité; la concentration s'effectue alors par les séparateurs pneumatiques Hooper. Une autre usine a été récemment construite à South Bay, sur le lac Champlain, à six milles au nord-ouest de Whitehall.

Les calcaires graphitiques qui se rencontrent dans le district sont des agrégats grossièrement cristallins de calcaire et de dolomie, avec des cristaux disséminés de pyroxène de graphite et d'autres minéraux. Ces calcaires jusqu'ici n'ont pas été exploités car il est très difficile de séparer le graphite du mica auquel il est associé.

D'après Kemp, les dépôts de graphite près de Ticonderoga, N. Y., sont des fissures que le minéral a remplies et qui coupent les couches de gneiss à angle droit. La roche encaissante est un gneiss à grenat ayant une direction est-ouest et la veine, dans la mine principale, a une direction N. 12° W, avec une inclinaison de 55° vers l'ouest.

Le remplissage de la veine est évidemment de l'orthoclase avec du quartz, de la biotite et des poches de calcaire. Au minéral sont également associées la tourmaline, la pyrite, l'apatite et la titanite.

Il est probable que tous les dépôts ayant une valeur commerciale sont dans les quartzites graphitiques, car les amas lenticulaires que l'on rencontre dans le calcaire sont trop irréguliers. Un dépôt très important de quartzite graphitique peu riche a été découvert par le professeur Kemp

* Bulletin of the Geological Society of America, X, 1898, page 227

sur la rive est du lac George* à environ trois milles en arrière de Hulett's Landing. Le toit est formé de roches éruptives et la veine, comme à la mine Hague, semble coïncider avec un faille. Les lamelles de ce gisement sont très petites et la richesse en est trop faible pour qu'il ait une valeur commerciale.

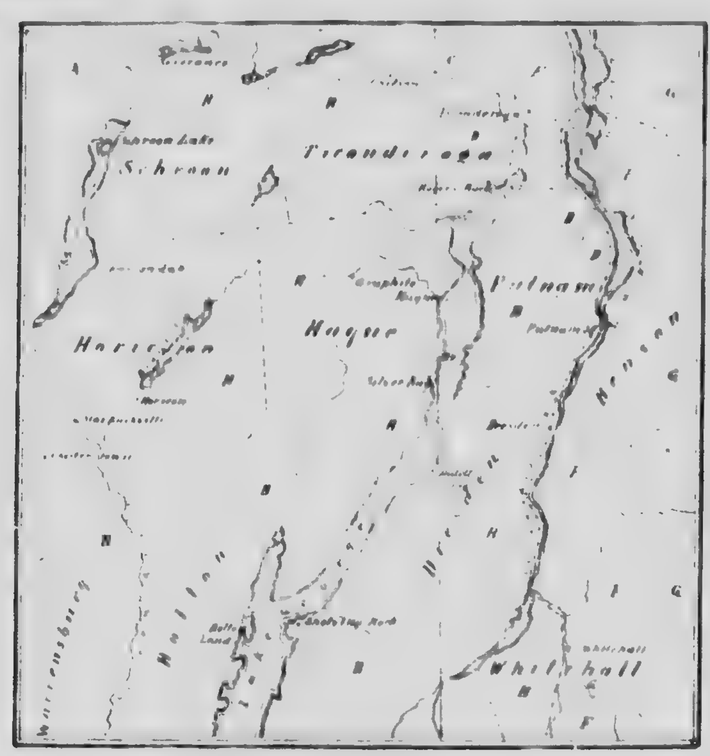


Fig. 10.—Carte des districts miniers de Ticonderoga et du lac George, état de New-York. A.—Trachyte. B.—Gneiss des Adirondacks. C.—Calcaire de Grenville.

En dehors de ce qu'à exploité la "Joseph Dixon Crucible Co.", il y a eu peu de graphite produit dans l'état de New-York en 1904.† La mine et l'usine de la "Adirondack Mining and Milling Co.", à South Bay, près de Dresden, ont été fermées pendant la plus grande partie de l'année, de même que celles de la "Ticonderoga Graphite Co." Les mines de cette dernière sont situées près de Rock Pond, entre Ticonderoga et Schroon où se trouve aussi une usine contenant des bocards et des lavoirs. Le dépôt de graphite ressemble à celui de Hague mais il est plus [illegible]du et d'autre part, moins riche.

* Mineral Industry for 1902, page 347.
† Geol. Rep. New York State Museum, 1905, page 29.

Une nouvelle mine est celle de la "Champlain Graphite Co.", qui a été fondée l'année dernière dans le but d'exploiter des dépôts de schiste graphitique près de Whitehall. Une usine est maintenant en construction. La "Silver Leaf Graphite Co." de la même localité n'a pas extrait de minerai l'année dernière.

On a essayé d'exploiter quelques gisements de graphite sur l'autre versant des Adirondacks dans le comté de St. Lawrence. Les veines et les dépôts disséminés se trouvent associés à des schistes cristallins. On a fait quelques recherches l'année dernière près de Pope Mills, dans la ville de Macomb. Le graphite s'y rencontre sous forme de lamelles minces dans le schiste et le gisement est, dit-on, étendu. On a extrait environ 500 tonnes de roche et on vient d'achever une usine.

La production de graphite cristallin des mines de l'état de New-York était en 1904 de 3,132,927 livres évaluées à $119,509. Ces chiffres sont peu différents de ceux obtenus pour les années précédentes. Le graphite de New-York étant cristallin, cet état semble promettre des résultats intéressants dans le développement des mines de graphite.

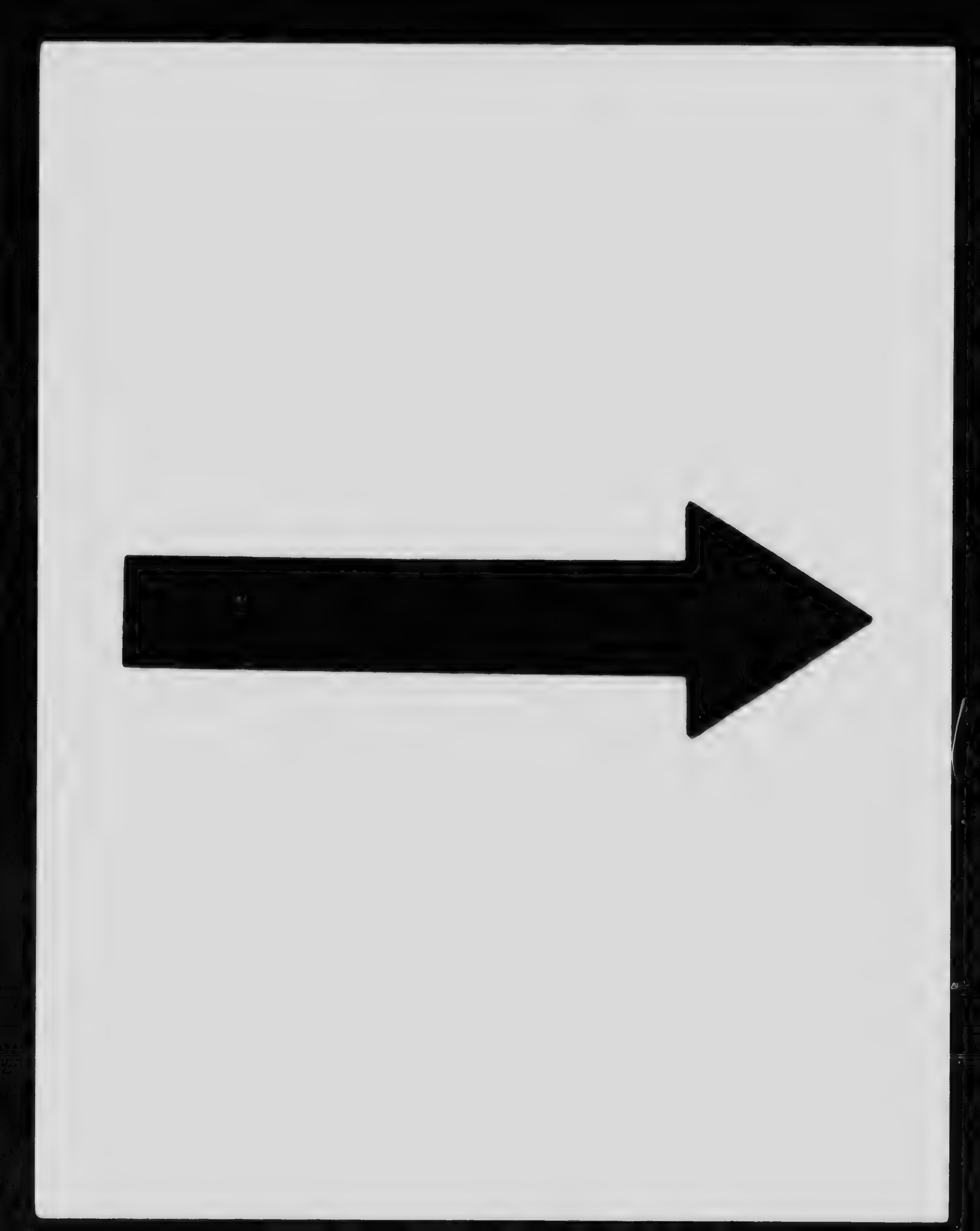
Rhode Island

"The Rhode Island Graphite Company" a exploité depuis plusieurs années des gisements de graphite amorphe près de Providence. Le graphite s'y rencontre surtout en poches et en masses lenticulaires et aussi en veines remplissant les fissures du granite. On a aussi trouvé des schistes graphitiques dans le voisinage des veines; ces schistes contiennent de 10 à 20 pour cent de graphite. Il est intéressant de remarquer qu'une veine de charbon anthracitoïde a été trouvée dans cette propriété. On prétend que cet anthracite graphitique, dont on a exploité, il y a trente ans, les parties contenant le graphite le plus pur comme enduit des moules de fonderie, a des avantages spéciaux pour la fonte des minerais de cuivre et de fer et a été employé par la "Carbon Iron Co." au lieu de coke avec des résultats supérieurs et plus économiques.

Maine.

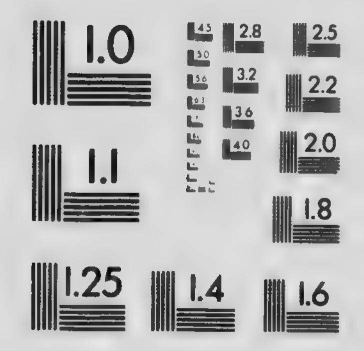
Il y avait deux mines de graphite exploitées dans le Maine pendant durant 1904, l'une près de Madrid,† comté de Franklin, par la "Maine Graphite Co.", et l'autre à Yarmouth, comté de Cumberland. Ces deux gisements sont intéressants au point de vue industriel et au point de vue scientifique. La mine de Madrid est située dans le canton de Phillips, à peu de distance du petit village de Madrid. La station la plus proche est

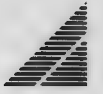
* Mineral Ressources of the United States, 1883, page 361
Economic Geology, United States Geol. Survey, 1905, page 180



MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

(ANSI and ISO TEST CHART No. 2)





APPLIED IMAGE Inc

1653 East Main Street
Rochester, New York 14609 USA
(716) 482 - 0300 - Phone
(716) 288 - 5989 - Fax

celle de Madrid sur le "Phillips and Rangely Railroad". Le schiste qui, coupé de granite éruptif, forme la roche dans cette région, affleure sur le flanc nord d'une colline immédiatement au sud du village. On remarque dans le schiste des couches de compositions différentes qui ont une direction nord-est sud-ouest. L'inclinaison est généralement presque verticale bien que le schiste soit fortement plissé. Le graphite se rencontre par place dans le schiste toujours non loin du contact de la pegmatite à l'exception de quelques lentilles de graphite isolées et allongées qui ont 13 pouces sur leur grand diamètre. Nulle part, dans les travaux, qui consistent en une tranchée ouverte sur la colline parallèlement à la direction des schistes, le schiste graphitique ne s'étend à plus de quelques pouces de la face de contact. A l'endroit de la tranchée où les deux couches de pegmatite se rapprochent le plus, le schiste est tordu et écrasé en blocs qui semblent être surtout du graphite. D'ailleurs, tout le schiste n'est pas riche en graphite au contact de la pegmatite. Quand les couches sont nettement séparées, l'une d'elles peut être graphitique tandis que les deux couches adjacentes sont relativement stériles, même au contact de la pegmatite. Ce contact entre la pegmatite et le schiste est très net et tandis que la bordure de muscovite contient un peu de granite, la muscovite ne pénètre pas dans le schiste.

Une section mince du meilleur minerai de graphite à la mine de Madrid montre que ce schiste contient des petits grains de graphite distribués régulièrement dans la roche. Il est très intimement associé à la muscovite, les minces lames de celle-ci étant entremêlées avec les lamelles de graphite et les grains de ce minéral. Dans d'autres couches, des grains de quartz fin forment la gangue du graphite. Le schiste est très beau et feuilleté, et l'examen superficiel d'un échantillon ou des sections minces conduit à surestimer la quantité de graphite. Ceci est due à la finesse des grains et à la dissimination du graphite dans la roche. Quoiqu'il soit régulièrement distribué, sa structure laminaire fait que la surface du schiste graphitique semble très riche en graphite. Les particules de ce minéral sont en réalité très petites et varient de 0.20 à 0.01 mm. de diamètre, leur dimension habituelle étant moindre que 0.04 mm.

Un échantillon du meilleur minérai de graphite visible dans la tranchée à Madrid, a été récolté en octobre. La quantité de graphite contenue dans cet échantillon a été déterminée au laboratoire du Service Géologique par E. A. Sullivan et trouvée de 8.5 pour cent.

Quant au gisement de Yarmouth, la roche encaissante à cet endroit, c'est-à-dire à un demi-mille du village de Yarmouth, est un schiste fissile, à grains fins, mais, semble-t-il, nullement charbonneux. Le schiste est coupé de larges injections de granite et dans l'une de celtes-ci se trouve de la pegmatite contenant du graphite. Cette pegmatite a été prospectée en plusieurs points sur une distance de 200 verges et elle forme un dyke d'une largeur moyenne d'un pied. La pegmatite est pour la plus grande

partie à grains moyens et le quartz et le feldspath en sont les principaux constituants. On rencontre des petits amas de mica, mais isolés; le graphite au contraire, en forme un élément important. Quelques poches de graphite d'un pouce environ de diamètre se rencontrent dans la pegmatite, mais la plus grande partie de la plombagine est disséminée uniformément dans la roche. Il n'y a pas de différence entre la composition du graphite adjacent aux épontes et de celui qui est au centre de la veine.

L'analyse chimique du graphite dans un échantillon normal de cette pegmatite a donné 9 pour cent de carbone.

Pennsylvanie.

"The Pennsylvania Graphite Company", en 1897, a ouvert la mine Riley, près de la ville de Mertz, comté de Gerks. Le minéral se trouve dans un conglomérat à grains fins ou un grès à grains grossiers, qui dans le voisinage de la mine est oxydé à une grande profondeur. Le dépôt est lenticulaire, presque vertical et a une largeur maxima de 39 pieds; il s'amincit dans les deux directions. La richesse du minerai est de 28 pour cent.

Le professeur T. C. Hopkins* a écrit au sujet des gisements et des mines de graphite dans le voisinage de Chester Springs, comté de Chester: "The Philadelphia Graphite Company" possède une mine à un mille environ à l'est de Chester Springs qui a été ouverte en 1897 et a commencé à produire en 1898. Le graphite est de la variété cristalline et se rencontre dans les couches de micaschiste qui en sont abondamment imprégnées; il en forme les cinquante centièmes. Il y a deux couches, la couche supérieure a 4 pieds d'épaisseur et celle du dessous, 6 pieds; on les exploite par des galeries. Le minéral est transporté à l'usine qui est voisine, il y est écrasé, lavé dans un laveur rectangulaire, broyé de nouveau et trié. Le produit de cette mine a été vendu en 1898, de $75.00 à $150.00 la tonne.

"A la station de Byers, à quelques milles de Chester Springs, la compagnie "Pettinos Bros." a exploité un gisement de graphite en 1898. Le minerai n'est pas broyé et lavé comme celui de la "Philadelphia Graphite Company"; il est simplement lavé puis expédié à Bethlehem ou on l'emploie pour enduire les moules de fonderie. A Pikeland, à environ un mille au nord de Chester Springs, le graphite a été exploité autrefois en quantités considérables; une bonne usine pour le broyage et le lavage de minerai y a été construite; elle est abandonnée depuis plusieurs années. Le succès de l'exploitation précédente induisit les prospecteurs de graphite à explorer la vallée de Pickering et on y découvrit quelques nouveaux gisements; aucun toutefois, n'avait encore donné de résultats en 1898. L'u-

* Mineral Industry, 1898, page 383.

sine de Pettinos Bros., à Byers, fut détruite par un incendie en janvier 1899."

South Dakota.

Dans le voisinage de Custer, plusieurs veines de graphite donnant de bonnes espérances ont été signalées. Un de ces gisements a été exploité et a donné, dit-on, un produit de très bonne qualité, excellent pour les fonderies. Ces veines ont, en général, quatre pieds de largeur. A Castle Creek, dans le comté de Pennington, à vingt-cinq milles au nord-ouest de Custer, il y a une large veine contenant environ 40 pour cent de graphite. D'un côté de cette veine se trouvent dix pieds de schistes graphitiques. A huit milles au nord-est de Custer, il y a plusieurs veines de graphite qui contiennent un minéral de bonne qualité et cristallin qui se sépare facilement de sa gangue.

Dans beaucoup d'états, comme en North Carolina, dans les comtés de Wake et McDowell, le graphite se trouve dans des roches schisteuses dont il forme 25 pour cent ou moins. La présence de mica et de silice dans ces roches rend difficile l'obtention de graphite pur. Les dépôts graphitiques de Géorgie dont la production, en ces deux dernières années, a été assez forte, sont des schistes graphitiques qui contiennent approximativement 13 pour cent de graphite. Ces gisements sont près d'Emerson, comté de Barlow, et le produit obtenu est employé comme colorant pour les engrais chimiques. Le minerai n'est pas nettoyé, mais seulement pulvérisé de manière à ce que 60 pour cent passe à travers un tamis de 24 mailles et tout le produit à travers un tamis de 8 mailles. Cette substance a naturellement peu de valeur et augmente notablement la production totale du graphite aux Etats-Unis sans ajouter beaucoup à sa valeur.

Côte du Pacifique.

Le graphite a été signalé à beaucoup d'endroits dans les états baignés par le Pacifique; il semble toutefois que ce n'est qu'en Californie, où il est très abondant, qu'on a essayé de l'exploiter et de l'utiliser commercialement. C'est à Sanora que fut faite la première tentative de cette nature, en 1863; 1000 tonnes de minerai furent extraites et expédiées pour la plus grande partie en Angleterre, France et Allemagne; le prix de vente était d'à peu près $100 la tonne, ce qui en rendait l'exploitation assez lucrative. Toutefois l'impossibilité de se procurer le graphite pur en quantité suffisante mit fin à cette entreprise; la concentration du minerai mêlé de grandes quantités de schistes et de substances étrangères en rendait l'exploitation trop onéreuse. On a également trouvé du graphite en Californie aux endroits suivants: Près de Summit City, comté d'Alpine; sur les bords de la baie Tomales, sur la chaîne côtière dans le comté de Marine; près de Fort Tejon, comté de Kern; à Tejunga, comté

de Los Angelès; à Boser Hill, comté de Fresno, et dans plusieurs autres localités dans les comtés de Sierra, Plumas, Marin et Sonoma.

Le graphite a été rencontré dans beaucoup des états que couvrent les Montagnes Rocheuses et en particulier dans les montagnes de la Sierra, comté de Humboldt, Nevada; dans le comté de Beaver, Utah; dans le comté d'Albany, Wyoming; dans le comté de Gunnison, Colorado, où on le rencontre en lits de deux pieds d'épaisseur, mais très impur; dans les couches houillères de New Mexico et dans le comté de Lévis, Washington, à 40 milles de Chehalis.

Dans le district minier de Tumet, comté de Chaffee, Colorado, un dépôt de graphite est exploité par la "Ethel Gold Mining Company", de Détroit, Mich. Des échantillons analysés montrent que ce dépôt donne un graphite amorphe de très bonne qualité. Cette compagnie construit maintenant une usine non loin de la mine, pour la concentration et la purification du graphite.

Alabama.

Le graphite en lamelle est exploité à deux endroits, à Stockdale, comté de Clay, et à Taylorsville, comté d'Alexander; quelques uns des gisements, dit-on, sont étendus.

Virginia.

La Virginie n'a pas jusqu'ici produit de graphite, mais des recherches faites récemment dans les comtés d'Albemarle et d'Orange, à la base du Blue Ridge, ont fait découvrir des dépôts qui semblent promettre de bons résultats et sont exploités par la "Naylor-Bruce Graphite Company" de Charlotteville, Va.

Dans les mines Naylor and Bruce, le graphite se rencontre au milieu de gneiss et de syénites, dans des veines qui ont une inclinaison de 45° vers l'est. Elles varient de 13 pouces à 8 pieds de largeur et sont nettement délimi[illegible] au toit et au mur par une lisière d'argile. Le graphite est dense et [illegible]sif et permet l'extraction de blocs pesant plusieurs centaines de livres. Le minerai, analysé par Froehling et Robertson, de Richmond, a donné 76.28 de carbone graphitique. La compagnie qui exploite ce gisement possède 624 acres de terrain sur lequel du graphite existe; elle est prête à bâtir une usine pour la purification du produit.

New Mexico.

"The Standard Graphite Company", de New-York, a commencé à exploiter quelque dépôts de graphite situés à huit milles au sud-ouest de

Raton, comté de Colfax, et 65 tonnes de minerai riche de graphite amorphe ont été expédiées à Moosie, comté de Lackawanna, Pa., pour le manufacturer; on en fait de la peinture et du graphite de fonderie. Le district de Raton repose sur une assise de charbon bitumineux, dont les filons varient de trois à sept pieds d'épaisseur. Dans la partie où se trouve le graphite une couche de lave formée de laccolithe, a passé au dessus des filons de charbon et la chaleur ainsi dégagée a transformé le charbon en graphite. Le graphite appartient à la variété amorphe et contient de la silice qui était primitivement associée au charbon. Les veines de graphite sont presque horizontales et varient en largeur de trois pouces à deux pieds. A beaucoup d'endroits, le graphite ne contient pas de roche mais contient de la silice. Les veines graphitiques sont coupées par des canyons et on peut les suivre sur une grande distance. Dans un de ces canyons, trois galeries, de dix à soixante pieds de largeur ont été percées sur la veine et dans chacune d'elles le filon de graphite a été trouvé continu.

Nous mentionnerons parmi les autres localités où le graphite a été trouvé en quantités exploitables: Bloomingdale, New Jersey; Clintonville, New-York; les comtés de Berks et Lehigh, en Pennsylvanie; Salt Sulphur Springs, West Virginia; Saint Johns, comté de Toole, Utah.

Brésil.

On sait que le graphite s'y rencontre près de Miguel de Arassuah, dans l'état de Minas Geraos, mais on n'a jamais essayé d'exploiter ces dépôts. On a aussi signalé, à differentes époques, la découverte de graphite dans d'autres régions de ce pays.

Gisements de graphite en Europe, Asie et Australie.

Les dépôts de graphite, sont moins nombreux en Europe, en Asie et en Australie, que sur le continent nord-américain; mais ils sont réunis dans quelques localités, surtout en Europe, où leur nature permet leur exploitation sur une large échelle. Les gisements de graphite les plus étendus et ceux qui, pendant plus d'un siècle, ont fourni le monde de ce minéral sont les dépôts de la forêt de Bohême et ceux de Passau, en Bavière. En dehors de l'Europe, les gisements de l'île de Ceylan et ceux du nord de la Sibérie, sont fameux l'un et l'autre pour leur produit plus pur que celui des autres pays. Le caractère géologique des gisements les plus importants du monde ainsi que la date des débuts de l'exploitation sont donnés dans le tableau III qui est, nous devons le reconnaître, fort incomplet, par suite du manque d'informations sûres. Il montre bien néanmoins que la majorité des dépôts de graphite se rencontre dans les formations laurentienne et précambrienne, surtout dans la série des gneiss et des calcaires cristallins.

TABLEAU III.

Localité	Caractère du Minéral	Roche Encaissante	Age Géologique	Date de la découverte
District de Passau (Bavière)				
Leitzenberg	Cristallin et Amorphe	Gneiss	Laurentien	1450
Germannsdorf	"	"		1750
Pfaffenreut	"	"		1730
Haasdorf	"	"		1780
Haar	"	"		1791
Grande Bretagne				
Borrowdale (Cumberland)	Cristallin	Diorite Porphyrique	Cambrien	1540-1760
Kunrock (Ayrshire)	Amorphe		Carbonifère	18[illegible]
Bohême				
Schwarzbach	Amorphe et Cristallin	Gneiss Micaschiste	Laurentien	17[illegible]
Ceylan	Cristallin	Granite	"	1806
Sibérie				
Monts Batugal	Amorphe	Granite et Diorite	Archéen	1847
Etats-Unis				
Ticonderoga	Cristallin			
Rhode Island, R.I.	Amorphe	Gneiss	Laurentien	1841
Sturbridge, Mass.	"	"	"	1841
Sonora, California	Amorphe et Cristallin	Schiste	Cambrien	1863
Canada				
St. Stephen, N.B.	Amorphe	Roche Schisteuse	"	1839
Comté de Charlotte	"	"	"	1839
Grenville, Qué.	Cristallin et Amorphe	Calcaire Cristallin	Laurentien	1844
Westmeath, Ont.	Cristallin et Amorphe	"	"	1845
St. John, N.B.	"	"	Pré-Cambrien	1851
Buckingham, Qué.	"	Gneiss et calcaire cristallin	Laurentien	1861
Bedford, Ont.	Cristallin	"	"	1862
Loughborough	"	"	"	1862
Burgess, Ont.	"	"	"	1862
Baie de Fundy, N.B.	Graphite antracitoïde	Amorphe	Dévonien	1875
North Elmseley, Ont.	Cristallin	Roche Cristalline de la Série Grenville	Laurentien	1871
Renfrew, Ont.	Cristallin et Amorphe	Calcaire Cristallin	"	1890

Bohême et Bavière.

Les dépôts graphitiques de Bavière se trouvent au nord-est de Passau, sur le Danube, près de la frontière autrichienne; Les gneiss de la forêt de Bavière (Bayerischer Wald) sont riches en gisements de graphite. Toutefois il n'y a qu'une région peu étendue où le minerai peut être ex-

ploité avec avantage. Au voisinage de la frontière, le granite remplace le gneiss et avec ce changement le graphite disparait, réapparaissant plus au nord-est dans les gneiss de Schwarzbach, dans la forêt de Bohême. On peut suivre les dépôts graphitiques dans la même direction jusqu'à Kruman, leur importance et leur étendue étant variables. Le graphite de Passau se rencontre en larges lamelles qui se séparent facilement de la gangue et il donne un produit excellent pour la fabrication des creusets de la meilleure qualité. D'autre part, le graphite de Bohême se trouve en lamelles très petites ou sous forme amorphe, et on s'en sert en partie pour la fabrication des crayons.

Les mines de graphite les plus importantes en Bohême sont celles que possède le comté de Schwarzenberg, et qui ont été découvertes en 1790. On n'exploita ces dépôts pour la première fois qu'au commencement du dix-neuvième siècle; la plombagine était alors peu recherchée.

En 1814, la production n'était que de 20 tonnes; en 1850, elle était de 200 tonnes. Depuis cette époque, la production a toujours été en aug-



Fig. 11.—Carte montrant le district minier de Bavière et de Bohême.

mentant jusqu'en 1898, époque à laquelle elle a atteint son maximum: 11,650 tonnes. L'usine et ses dépendances couvrent ensemble une surface de 150,000 pieds carrés et emploient 700 ouvriers. Elle ne produit pas moins de 60 qualités différentes de graphite afin de répondre aux exigences actuelles du commerce. On peut classer celles-ci en deux groupes, le graphite naturel (Naturwaare) et le graphite purifié (Raffinade).

Les gisements de graphite dans les mines de Schwarzenberg forment

des masses longitudinales de minerai mêlé de pyrite de fer, comprises dans un gneiss rouillé et décomposé. Ces dépôts en forme de veines ont une inclinaison moyenne de 75° et s'étendent sur une longueur de 3000 pieds. La mine comprend seize puits dont la profondeur varie de 150 à 300 pieds, et environ trois milles de galeries. Des galeries secondaires partent du puits tous les trente-six pieds et atteignent le mur de la veine. Le long de ce mur sont forés des puits à l'extrémité des galeries, d'où partent une nouvelle série de galeries secondaires qui vont du toit au mur à une distance de 60 pieds les unes des autres. Le minerai est extrait entre les galeries et les puits le long du mur et l'espace ainsi ouvert est rempli des débris sans valeur obtenus dans l'exploitation.

Le minerai qui sort de la mine est de deux espèces différentes: on obtient du graphite terreux et mou, et du graphite laminaire et dur. Il est intéressant de remarquer que ces deux variétés se rencontrent rarement ensemble dans cette mine; chacune forme une partie de la veine et cela sur de grandes étendues si bien que certains puits ne donnent que du minerai mou tandis que d'autres ne donnent que du minerai dur. Les mineurs séparent à la main le graphite mou dans la mine. Le graphite mou contient plus de 60 pour cent de carbone et le graphite dur moins de 60 pour cent. L'exploitation se fait à la tâche et les mineurs sont payés pour la quantité de graphite qu'ils délivrent au puits. Le meilleur minerai, celui qui contient plus de 60 pour cent est transporté dans une salle de triage (Kutterhaus) ou de jeunes garçons séparent le minerai de la roche stérile. Le produit ainsi obtenu contient en moyenne de 70 à 80 pour cent de carbone et est emp[illegible]yé dans la fabrication des crayons de Nuremberg et Budweiss. Les [illegible]rieures de graphite mou et le graphite dur sont envoyés aux [illegible]urification.

O. Bilh[illegible] roches à graphite de Bohême en deux districts:

1. Celles [illegible] contière de Bohême au sud, au pied des monts Saazer.

2. Celles de la partie sud de la forêt de Bohême qui ont même origine que les dépôts de Passau en Bavière.

Dans les monts Saazer, les schistes argileux (phyllites) contiennent du graphite disséminé, quelquefois en grande quantité, et forment lorsqu'ils sont riches en pyrite, un schiste graphitique. Dans cette région les relations d'origine qui existent entre le graphite et les lits de calcaire reposant sur les anciennes couches de schistes argileux sont particulièrement intéressantes. On a remarqué la présence de cinq ou six de ces lits calcaires qui contiennent parfois des amas lenticulaires de graphite relativement pur. Le graphite semble avoir subi une modification à la surface sous l'influence d'un courant d'eau. Il devient plus dur et plus compact en profondeur jusqu'à se transformer en schiste graphitique. Des

* Zeitschrift fiër praktische Geologie, 1904, page 324.

dépôts de ce caractère ont été trouvés près de **Wachteldorf** et près de **Swoojanow**, où les schistes graphitiques ont une épaisseur de 12 mètres.

Les gisements de graphite du sud de la forêt de Bohême sont plus importants au point de vue économique, par suite de leur situation et de leur régularité. La formation graphitique commence près de Schwarzbach, puis s'étend vers le nord par Stuben et Krumau jusqu'à Netolic, à la limite des assises de granulite qui forment les monts Plansker. Partout dans la région ainsi limitée le graphite se rencontre dans le gneiss, dont la nature diffère suivant les localités.

D'après A. Pallausch* les dépôts de graphite entre Eggetschlag et Prisnitz, dans le district de Krumau, sont dans la direction des couches de gneiss; celui-ci est souvent amphibolique. Dans le voisinage des dépôts existe du calcaire, et le gneiss surtout au toit de la veine est en grande partie décomposé et quelquefois changé en une substance siliceo-argileuse imprégnée et colorée par l'oxyde de fer; c'est le "chapeau de fer" (Eisenhut). Si celui-ci est épais et fortement rouillé le graphite sous-jacent est généralement pur; si le chapeau n'existe pas, le graphite est impur et généralement mélangé à du kaolin.

La vallée d'Olschbach est couverte d'une couche de un ou deux mètres de tourbe; celle-ci recouvre un lit d'argile épais d'un mètre au dessous duquel se trouve un gneiss oxydé et décomposé. Ce gneiss est en réalité un micagneiss associé à du calcaire et il forme le toit de la couche graphitique (Fig. 12). A d'autres endroits des lits de calcaire avec des couches alternées de gneiss, atteignant parfois une épaisseur de soixante mètres, recouvrent les dépots graphitiques. La plus grande partie du graphite extrait est impur; il contient des brêches et des morceaux de la roche encaissante; on rencontre cependant parfois des poches de grandes dimensions où il est pur. Ce graphite appartient aux deux variétés amorphe et cristalline.

Le gneiss qui comprend les dépôts graphitiques passe, au nord, par-dessus la formation granulitique des monts Plansker; il est décomposé au contact de la granulite; les gisements de graphite sont alors le plus souvent sous forme de filons, tandis que ceux de Krumau et de Schwarzbach sont en forme de lits et des masses lenticulaires. Ils ne sont exploités que dans le voisinage du village de Kollowick, situé à environ dix milles au nord-ouest de Budweiss. Dans cette localité, le graphite se rencontre surtout en filons dont la largeur varie entre 40 et 200 centimètres. Le toit et le mur sont composés de gneiss, mou, oxydé et décomposé. L'étendue de la formation graphitique a été relevée par des sondages sur une distance d'un mille et un tiers dans la direction des filons, et sur une largeur d'environ un demi mille. La partie supérieure des filons contient du graphite terreux impur, tandis qu'on rencontre celui-ci fin et pur

* Berg & Huttenmannisches Jahrbuch 37, 1895.

quand on descend plus bas. Le minerai extrait à une teinte gris noirâtre, il est formé de fines particules et est purifié en partie par la voie sèche et en partie par la voie humide.

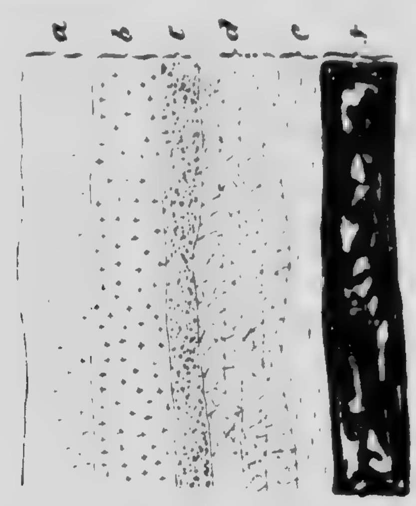


Fig. 12.—Gisement de graphi dans la vallée d'Olschbach près de Krumau, Bohême (a) Tourbe, 6 pieds. (b) Argile, 3 pieds. (c) Gneiss graphitique décomposé, 2 à 4 pieds. (d) Gneiss en partie décomposé avec amphibole, 6 pieds. (e) Roche feldspathique. (f) Masses de graphite associées à du gneiss.

Les gisements de graphite près de Passau sont semblables à ceux de Schwarzbach et ne comprennent que les formations les plus récentes de gneiss; elles contiennent aussi un autre minéral d'une grande importance économique, le kaolin. L'abondance de ces deux minéraux a donné naissance à une industrie très développée car on les emploie concurremment pour la fabrication des cr ts et aussi pour la fabrication de porcelai nes à Obernzell et à Hafn l, près de Passau, où plus de mille ouvriers sont occupés. L'industrie graphitique de Passau est vieille de plusieurs siècles et on dit que la "Vereinigte Schmelztiegel Fabriken und Graphitwerke" possède des documents du 15ème siècle relatifs au début de l'exploitation du graphite, à la fabrication des creusets pour les alchimistes et aux droits et concessions des chevaliers feudataires et des princes. Les mines les plus importantes du district de Passau, sont à Leitzenberg, Pfaffenreu, Germannsdorf, Haasdorf, Haar and Hierzing. La plupart des propriétaires de ces mines sont des paysans. Le minéral est trouvé à une profondeur variant de 48 à 130 pieds; il ne forme pas de lits continus, mais se rencontre en couches alternées, en poches d'une largeur de quelques pouces ou de plusieurs pieds, soudainement interrompues par la roche encaissante. Ces lits sont rarement horizontaux; ils ont en général une inclinaison de 30° à 40° vers le nord ou le nord-est. Les faces des dépôts

sont formées d'une couche de graphite remarquablement compacte, la surface étant parfois étirée. La plombagine se trouve souvent associée à du mica; dans la plupart des cas, d'ailleurs, elle remplace celui-ci dans le gneiss, le kaolin est le produit de décomposition d'un granite à grain très fin, dont le feldspath est souvent associé au graphite. Le gneiss est généralement très décomposé et oxydé jusqu'à une grande profondeur; l'exploitation en est rendue d'autant plus facile, et le dépôt de graphite peut être défini comme un gneiss décomposé plus ou moins riche en graphite. Pour la fabrication des creusets et pour le commerce en général on n'emploie que ceux dont la richesse en graphite est suffisante, généralement plus de 60 pour cent. Le produit est le plus souvent noir brun et présente un éclat semi-métallique sombre.

Dans le district de Passau, le graphite se rencontre sous deux formes

1. Un graphite écailleux formé de petites lamelles, semblables à du mica et comprenant quelquefois des masses schisteuses ou compactes à texture lâche.

2. Un graphite amorphe et compacte en masses terreuses, d'une teinte gris mat sur la cassure fraîche et prenant un éclat semi-métallique quand on le frotte avec les doigts.

Le graphite écailleux est rarement pur, mais contient généralement du feldspath et de la pyrite. Le fer accompagne toujours le graphite de Passau et on l'y rencontre souvent sous forme de limonite, quelquefois au point de rendre le minerai inutilisable. Très souvent la pyrite de fer est intimement mêlée au graphite; on ne peut alors utiliser celui-ci à la fabrication des creusets car le soufre ne se dégage pas aux basses températures employées. C'est ainsi que si on veut fondre de l'argent dans un creuset de graphite, il faut d'abord chauffer celui-ci au rouge afin d'éliminer les traces de soufre qui rendraient le métal cassant.

Beaucoup de fabricants allemands emploient un mélange de lamelles de Ceylan et de Passau pour la fabrication des creusets et on dit que le produit obtenu est d'excellente qualité.

L'existence du système laurentien en Bavière et en Bohême, comme nous l'avons déjà dit, a été démontré par Guembel à l'aide de preuves statigraphiques et paléontologiques. Il a trouvé en Bavière une formation gneissique ancienne dont il évalue l'épaisseur à 90,000 pieds et l'a divisée en deux parties, le gneiss bojien, à la partie inférieure formé de gneiss rouges ou bigarrés et le gneiss hercynien à la partie supérieure. Au dessus se trouve une série formée de schistes micacés avec des bandes chloritiques et amphiboliques, recouverte par ce qu'il appelle les schistes argileux hercyniens qui forment l'assise sur laquelle repose la première zone du silurien inférieur. Le gneiss hercynien est surtout gris; il est très quartzeux et contient souvent du mica magnésien noir et aussi de l'oligoclase. Beaucoup de ces gneiss renferment aussi de la dichroïte d'où leur vient leur nom de gneiss à dichroïte. On rencontre aussi fr

quemment dans cette série des couches de schiste amphibolique, de diorite et de gneiss amphibolique, surtout dans le voisinage des bandes calcaires et elles sont accompagnées de lits de sulfures métalliques et de lits ou de masses lenticulaires de graphite. Celui-ci se rencontre souvent en quantité suffisante pour qu'il soit exploité avec profit. C'est dans ces couches que les dépôts bien connus de plombagine de Passau se trouvent, dans des conditions semblables à celles dans lesquelles il se rencontre au Canada et dans le même système géologique. La bande de calcaire cristallin de Passau, qui traverse un gneiss amphibolique, a cinquante à soixante-dix pieds d'épaisseur et est recouverte par un lit de schistes amphiboliques de plusieurs pieds; entre celui-ci et le calcaire se trouve interposé un lit de serpentine de trois à quatre pieds et à d'autres endroits une couche de scapolithe presque compacte mélangée de hornblende et de chlorite. Le calcaire grenu stratifié sous-jacent contient entre autres minéraux de la serpentine, de la chondrodite, de la hornblende, du mica, de la scapolithe, du grenat et du graphite.

Moravie.

Les mines les plus importantes de Moravie sont situées près de Hafnerluden et de Pomie. Les gisements y sont compris dans un gneiss amphibolique décomposé, accompagné de calcaire cristallin et qui a une épaisseur de un à deux pieds. Outre cette mine, il y en a de moins importantes près de Altstadt, Schlagelsdorf, Wurben, Müglitz. A ce dernier endroit le graphite est associé au calcaire cristallin dans des gneiss et des argiles schisteuses et on le dit d'excellente qualité. La production annuelle de ces mines est de 750 à 1000 tonnes.

Le graphite en Moravie septentrionale se rencontre dans un calcaire grenu archéen gris ou noir, alternant avec des couches de gneiss à muscovite et de gneiss amphibolique; ce calcaire contient souvent de la serpentine, ce qui le rapproche des ophicalcites graphitiques du comté d'Essex, New-York. Le minerai est très impur et contient environ 53 pour cent de carbone et 44 pour cent d'impuretés, de la silice et de l'oxyde de fer, surtout, avec un peu de soufre, de magnésie et d'alumine. Ce graphite est considéré comme provenant par métamorphisme de matières végétales ensevelies dans des sédiments, la cause du métamorphisme étant à la fois la chaleur due aux injections de roches ignées et la pression qui est résultée du plissement des couches.

Basse Autriche

Dans la Basse Autriche, le graphite se rencontre non loin de Krems. Près de Brunn, Taubnitz, deux dépôts ont été exploités; l'épaisseur de ceux-ci varie beaucoup, atteint fréquemment deux mètres, et tombe soudainement à quelques centimètres ou même disparaît; d'autres fois le

dépôt se divise en petites poches et veinules pour se réunir de nouveau plus loin en formant un lit important. La qualité varie également beaucoup: en fait on y rencontre toutes les qualités, de la meilleure à la plus mauvaise, la richesse en carbone variant de 50 à 83 pour cent.

En Styrie le graphite se rencontre près de Kaiserberg, où il est tantôt disséminé, tantôt en poches dans un micaschiste qui se transforme par places en gneiss. On trouve encore cette formation à Klamberg, en Carinthie. Le minerai est presque toujours impur; il contient du quartz et quelquefois des nodules de kaolin. La plus grande largeur ne dépasse pas un mètre.

Allemagne Septentrionale.

Dans le nord de l'Allemagne le graphite est exploité à Freidrichsrode, à environ sept milles de Gotha; on l'expédie à Hamburg où on le transforme en noir à poêle. Parmi les autres localités où existent des dépôts de graphite nous citerons: GrossKlenau, près de Plossberg; Wildau et Wampenhof, auprès d'Arzberg; Hohenburg et Wunsiedel; dans le Rhenish-Pfalz, près de Didelkopf et Konken où le graphite se trouve dans une diorite.

En Saxe, Beck et Luzi ont trouvé de la plombagine dans le district de Kreisha.

Espagne.

L'Espagne exporte un graphite écailleux très fin qui est exploité près de Ronda, Grenade, à quelques milles de la mer. On l'expédie en Hollande et aux villes de la côte, où on le pulvérise et on le vend comme noir à poêle.

France.

En France on exploite le graphite dans le département de l'Ariège à Pissie, dans le département des Hautes Alpes, près de Brusian, et dans le département du Rhône à Vaugneray et à Saint-Paul.

Italie.

Les mines italiennes de graphite sont situées dans le district du Pinerolo, en Piémont* et s'étendent de Cumiana vers le nord le long des Alpes Cotiennes jusqu'aux hauteurs qui dominent la rivière Pellice. La production en 1899 a été de 9990 tonnes métriques, évaluées à $55,944. La description suivante du gisement et des méthodes d'extraction est empruntée à un article de V. Novarese.†

* Mineral Industry, 1900, page 380.
† Bolletino del R. Comitato Geologico d'Italia, 1898, Vol. XXIX, pages 4-36.

En largeur, la région graphitique varie à 1000 ou 1300 pieds près de Giavone, à 2 milles et demi dans la vallée de la Chisone et de la Germanasca, où elle atteint son maximum. A l'extrémité inférieure du Val Pellice, la largeur est beaucoup moins grande et elle diminue graduellement quand on s'avance vers le sud. Les dépôts sont dans un micaschiste à grenat et ont une épaisseur variant de quelques pouces à 10 pieds. Le minéral exploité à toutes les caractéristiques du graphite, couleur noire, éclat semi-métallique, consistance molle et plus ou moins onctueuse; plus le minerai est pur, moins il a d'éclat. Quand on le brûle il laisse des cendres siliceuses avec des traces de fer. Le schiste est si intimement mélangé au graphite qu'on ne peut enrichir les minerais pauvres par triage mécanique. Plusieurs essais faits au laboratoire du Service Géologique d'Italie, ont donné une richesse en carbone variant de 10 à 85 pour cent, tandis que le poids spécifique varie de 2.25 à 2.38. Le minerai est expédié de la mine à l'usine où on le pulvérise et l'empaquette. Le produit vendu contient environ 61 pour cent de carbone et vaut de 15s. à 19s. par tonne à la mine et environ 38s. empaqueté et sur wagon à Pinerolo.

Angleterre.

La plus ancienne mine de graphite en Angleterre, est à Borrowdale, près de Keswick, comté de Cumberland; elle fut découverte entre les années 1540 et 1560. Les données géologiques sur ce gisement sont très incomplètes, car la mine est abandonnée depuis longtemps et on n'y a pas fait de travaux récents. En tous cas, des informations que l'on possède, il semble que le graphite s'y rencontrait sous forme d'écailles fines et petites en masses compactes dans une gangue de porphyre vert.

M. J. Postleithwaite* a remarqué que la roche de Borrowdale était semblable à celle qui contient des diamants à Kimberley, Afrique du Sud, et il pense que les conditions qui ont donné naissance au graphite à Borrowdale, se rapprochent plus de celles qui ont donné le diamant à Kimberley que ne le font celles qui ont produit les dépôts de graphite de l'Amérique du Nord.

La gangue est surtout composée de spath et de quartz dans lequel on rencontre des poches et des nodules de minerai. Ces gisements ont donné de grosses masses de graphite et des crayons ont été taillés à même le minerai et vendus dans le commerce. La mine se trouve sur la pente d'une montagne de 2000 pieds; une galerie située à 1000 pieds a permis d'exploiter les dépôts et on dit que les galeries souterraines sont fort étendues, mais nous n'avons pas d'autre information. Cette mine a été très importante pour la fabrication des crayons en Angleterre; à un moment même le gouvernement défendit l'exportation du graphite autrement que sous

* Quarterly Journal of the Geological Society, Vol. XLVI, page 124

forme de crayons. Bien que la mine ne fut exploitée que six semaines par an et qu'aucun graphite non manufacturé ne pût être exporté, les dépôts s'épuisèrent cependant, par suite d'une exploitation plusieurs fois séculaire, jusqu'à ce qu'il ne restât que du graphite impur, inutilisable pour la fabrication des crayons naturels.

Russie et Sibérie.

Il y a des dépôts de graphite dans plusieurs régions de la Russie d'Europe et d'Asie, mais ce minéral n'a encore été exploité que dans les steppes Kirghiz dans la Sibérie orientale et la Finlande. Les dépôts de la Sibérie orientale méritent surtout d'attirer l'attention. Ils furent découverts par un marchand français, J. P. Alibert; il explorait la région arrosée par les rivières Oka, Belloi, Kitri et Irkut, à la recherche de l'or quand il trouva des fragments de graphite pur dans le voisinage d'Irkutsk. Il reconnut aussitôt l'importance de cette découverte et se mit à rechercher les dépôts de ce minéral. Ce n'est qu'à grand'peine qu'il put mener à bien une pareille entreprise dans une région non civilisée et difficile d'accès; mais on dit qu'elle fut couronnée de succès. Alibert explora la chaine des monts Sojan et aux sommets des monts Batougal, à une hauteur de 7000 pieds au dessus de la mer et à une distance de 650 milles d'Irkutsk vers l'ouest, tout près de la frontière de Chine il trouva un dépôt important de graphite pur.* Après avoir extrait une grande quantité de graphite en débris et fragments, un dépôt important dépassant en qualité tout ce qu'on connaissait, fut mis au jour. La montagne où fut trouvé le minéral reçut le nom de Mt Alibert, en l'honneur de celui qui l'avait découverte.

Nous avons peu de données sur les gisements de graphite du Mt Alibert par suite de leur peu d'accessibilité; il est probable que des veines de graphite pur coupent une formation granitique et dioritique et que des poches et nodules de ce minéral se trouvent aussi dans un calcaire métamorphique adjacent. Le graphite dans la gangue est fibreux et laminaire et a une structure ligneuse, les fibres étant généralement à angle droit avec les parois de la veine. Cette structure ligneuse est très prononcée dans le dépôt principal et a donné l'idée d'une origine ligneuse comme l'avait admis Breithaupt. D'après un contrat fait entre Alibert et A. W Faber, de Nuremberg, en 1856, la production totale de la mine fut vendue à cette maison pour une longue période; le prix est même monté jusqu'à 1700 marks (415 dollars) pour 50 kilos (112 livres); la meilleure qualité exploitée qui a été employée pour la fabrication de crayons supérieurs contenait de 97 à 98 pour cent de carbone. En ces dernières années la

* D'après Weinschenk, la découverte aurait été faite par des cosaques Tunskinskei dont le chef, Tscherepanow, aurait vendu la mine pour 300 roubles à Alibert, en 1847.

mine n'a été exploitée que pour la fabrication de creusets pour le traitement des minerais d'or à Irkutsk.

D'après A. Kepper,* des dépôts étendus de graphite d'excellente qualité ont été découverts en 1860, par un marchand nommé Sidorow, dans le nord du gouvernement d'Yenissei, le long des rivières Nishni-Toungouska et Koureika. La qualité de ce minerai fut certifiée à la fabrique de canons de Perm, à Saint-Petersbourg et à Londres. La situation de ces mines dans un désert éloigné et dépeuplé est la raison pour laquelle elles ne furent pas exploitées.

Ceylan.

L'île de Ceylan est le plus grand producteur de graphite dans le monde. D'après sir Le Neve Foster (4ième partie du Rapport des Mines) la production du graphite dans le monde en 1901, a été de 77,100 tonnes valant environ £785,000. Ceylan en a fourni 29 pour cent en quantité et 80 pour cent en valeur.

L'exploitation des mines de graphite à Ceylan est ancienne. D'après A. M. Ferguson,† le graphite est mentionné dans des lettres singalaises du XIVème siècle et dans les rapports du gouvernement de 1675. Les rapports britanniques de 1831 donnent les chiffres d'exportation, celle-ci ayant commencé entre 1820 et 1830; elle ne devint importante qu'en 1834, époque à laquelle elle atteignit 129 tonnes valant 12,054 roupies. En 1869, la production atteignit 11,306 tonnes évaluées à 889,620 roupies; en 1899, 31,761 tonnes valant 22,255,400 roupies et en 1902, 25,189 tonnes valant 10,516,366 roupies ou £701,098.

Caractères généraux:—L'île de Ceylan est divisée en neuf provinces: elle est piriforme et mesure 271 milles du nord au sud et 139 milles dans sa plus grande largeur. Au centre s'élève un cône montagneux qui atteint 8,296 pieds de hauteur; au nord se trouve une plaine qui occupe près de la moitié de l'île et le terrain est plat ou légèrement ondulé à l'est, à l'ouest et au sud. D'après M. A. K. Coomara Swami (conférence faite devant la "London Geological Society", en 1900) l'île de Ceylan est entourée de plages surélevées et ce déplacement a eu lieu dans les temps géologiques récents. Les pierres précieuses qui ont rendu l'île fameuse se trouvent dans les graviers du district de Ratuapura. A l'exception de ces dépôts récents, l'île est formée sans doute entièrement de roches cristallines anciennes. Le graphite se rencontre surtout en veines ramifiées dans les roches ignées qui sont des granulites et des granulites à pyroxène. La manière dont ces veines se rencontrent dans la gangue semble indiquer que le minéral s'est déposé par sublimation ou par décomposition d'hydrocarbures liquides.

* A. Keppen, "The Industries of Russia," Mining and Metllurgy, Vol. IV, p. 92.
† Royal Asiatic Society, 1900, Vol. IX, 2.

Le caractère minéralogique des roches de Ceylan les rapprochent beaucoup des couches laurentiennes du Canada et elles appartiennent peut-être au même système. L'île a été décrite en 1818, par le docteur John Davy* qui y signalait des gneiss feldspathiques et des calcaires gneissoïdes associés à des calcaires grenus cristallins et à de la dolomite. Ceux-ci se rencontrent en masses et en veines, celles-ci quelquefois blanches et laminaires avec du spinel, de l'apatite, du mica jaune, du grenat, de la tourmaline jaune et du zircon; ces deux derniers minéraux y sont associés avec du feldspath et du quartz. Le graphite laminaire, si abondant sur l'île, a été regardé par le docteur Davy comme toujours associé aux pierres précieuses, spinel, zircon, grenat, etc.

D'après George A. Stonier,† le graphite se rencontre dans la partie ouest et sud-ouest de l'île, surtout dans les provinces méridionale et orientale et dans Sabaragamuwa. Les gisements s'étendent sur 95 milles du nord au sud et ont une largeur de 35 milles au nord et de 43 milles au sud. Ils forment une bande nettement limitée à 18 milles de la côte, qui se dirige du nord au sud; elle a 5 milles de largeur à l'extrémité nord et touche à la côte à l'extrémité sud où elle a 20 milles de largeur. Une autre bande a 40 milles de longueur et 4 milles au plus de largeur. Le minerai exploitable se rencontre en veines qui coupent une granulite** à grenats rouges. Le toit est souvent nettement marqué, poli et parfois strié horizontalement. La direction varie; dans la province méridionale elle est méridienne et au nord de la région elle est souvent est-ouest. On n'a trouvé aucune trace d'une veine principale ou d'une série de filons. Le minerai a une étendue limitée en profondeur; des veines bien définies disparaissent soudainement et bien qu'on en ait trouvé une qui eut 720 pieds de profondeur, il est très douteux qu'elle fût une véritable veine formée dans une fissure. Certaines veines n'ont que l'épaisseur d'une feuille mince, tandis que d'autres ont une largeur de 8 pieds. La plus grande masse de graphite découverte pesait, dit-on, près de six tonnes. Une veine de quatre pouces d'épaisseur est considérée comme exploitable.

M. Dierschel‡ signale la région de Kurunegala comme la plus importante au point de vue des gisements de graphite. Ce minéral s'y rencontre en veines qui traversent le granite et les roches de même nature. La roche encaissante est souvent décomposée et consiste alors en kaolin et en produits analogues. On peut distinguer trois espèces de graphite La variété écailleuse qui prédomine, la variété fibreuse qui se rencontre aux limites de la gangue, et la variété terreuse qui est rare et ne se rencontre qu'à l'intérieure de la gangue. Le minéral a une couleur bleu-noir ou gris de plomb, un aspect mou et onctueux et la variété écail

* Institution of Mining Engineers, Vol. 1903.
† Trans. Geol. Soc. 1ère Série, V., 311.
** Quarterly Journal of the Geol. Soc., 1905, page 590
‡ Jahrbuch der Geol. Reichsanstalt, Vienna 4°, 231.



Une mine de graphite dans la jungle à Ceylan.

leuse à un éclat semi métallique. La densite spécifique de la variété fibreuse pure est de 2.215 et celle de la variété écailleuse 2.235. Quand on l'humecte d'acide nitrique et qu'on le chauffe sur une plaque de platine au dessus d'un bec Bunsen, le minéral donne des filaments vermiformes (voyez page 12); par suite, d'après Luzi il appartient à la première modification du carbone. Weinschenk‡ n'y voit que le résultat d'une plus grande capillarité, ce qui est le cas général chez les minéraux à structure écailleuse.

Le graphite de Ragedera se rencontre dans une gangue noire facilement reconnaissable dans la roche encaissante légèrement colorée; celle-ci est une granulite siliciuse à grenat et à pyroxène. La gangue forme des bandes régulières; elle prend une structure fibreuse au voisinage des faces et dans une direction perpendiculaire à celles-ci. A l'intérieur la structure devient laminaire et écailleuse et vers le centre on rencontre de minces écailles formant des agrégats avec des fragments de la roche encaissante, du quartz et d'autres minéraux. Les filons coupent la roche encaissante sous des angles très différents et leur inclinaison est presque verticale; il y en a peu qui soient presque horizontaux. Souvent l'un d'eux forme de nombreuses ramifications qui peuvent se réunir de nouveau et donner des filons qui ont de six à dix pieds de largeur.

Il semble évident que le graphite, le quartz, etc., se sont déposés dans des fissures qui existaient préalablement. Le quartz peut provenir d'un liquide silicieux, tandis que la graphite aurait été introduit par sublimation* non du carbone, mais d'un hydrocarbure. On trouve une substance à allure de graphite dans les fissures des couches supérieures du coke fait en fours fermés; le coke rouge prend sans doute le carbone des hydrocarbures provenant de la distallation du charbon inférieur et celui-ci se dépose sous forme d'une pellicule blanc d'argent. On trouve aussi une substance analogue dans les carneaux des cornues à gaz. Au Bengal, le charbon, cuit par des dykes de péridotite à mica, présente une apparence graphitique.

Mines de Graphite:—† Il y a environ 300 mines exploitées et elles emploient 16,000 ouvriers. A l'exception de trois d'entre elles, elles sont toutes exploitées par des natifs et par des méthodes plus ou moins primitives.

On a essayé les méthodes européennes, mais elles ont souvent échoué par suite de l'inexpérience des directeurs ou de la mauvaise situation de la mine. L'exploitation du graphite, comme la recherche du mica et des pierres précieuses est très incertaine; mais les frais des propriétaires natifs étant peu élevés, ils peuvent abandonner temporairement leur mine

---

‡ Der Grafit, seine wichigsten Vorkommnisse and seine technische Verwendung, 1898.

* M. Diersche, Jahrb. d. K. K. Reichsanstalt, Vol XLVIII, p. 231

† A. Stonier, "Graphite Mining in Ceylon," Institution of Mining and Metallurgy, Vol 1903.

et attendre la hausse des prix. Ils emploient l'une ou l'autre des méthodes suivantes: Si le sol est dur, le filon est suivi jusqu'à ce que l'eau en empêche l'exploitation; dans quelques cas on creuse un puits jusqu'au niveau de l'eau et on travaille la mine en remontant vers la surface. Dans les sols mous on creuse une fosse rectangulaire de 60 pieds environ et le minéral est exploité par une série de puits secondaires de 50 à 60 pieds de profondeur.

Un natif perce son puits généralement jusqu'à ce qu'il ne puisse plus tenir tête à l'envahissement de l'eau. Il s'arrête alors et perce des galeries qu'il continue tant que ses lampes brûlent. Aussitôt que le gaz les éteint, il cesse de travailler à cet endroit et perce plus haut en remplissant les puits qu'il a creusés avec les débris de la mine. Dans d'autres cas, au lieu de forer un puits, on ouvre une tranchée à l'aide de laquelle on suit la veine et ensuite on perce des galeries où il y a lieu. Il n'y a aucun système d'aération, si ce n'est l'emploi de ventilateurs à main; il en résulte une perte de temps énorme après chaque coup de mine pour permettre aux gaz délétères de s'échapper. Le propriétaire natif s'efforce avant tout de maintenir ses dépenses aussi faibles que possible.

Le minerai est monté dans les puits, dans des tonneaux attachés à chaque extrémité d'un cable. Ce cable tressé dans le pays (parfois aussi on emploie une chaine de fer) fait deux tours sur un treuil de 7 pieds de longueur et d'un pied de diamétre; les deux manivelles sont en fer et ont 32 pouces de longueur, la poignée ayant 13 pouces; six ou sept hommes le mettent en mouvement. Dans bien des cas ce treuil n'est pas assez fort; de plus il n'a pas de déclic, si bien que les accidents sont à craindre à la montée et à la descente des mineurs.

Le natif ne s'occupe pas de la résistance des bois employés et n'a pas la moindre notion de l'effort qu'ils peuvent supporter. Il sait bien que certains bois résistent mieux que d'autres à l'humidité et que d'autres sont plus durs ou plus solides; mais en général le bois est vert et plein de sève, et il s'altère vite à l'humidité, ce qui ne se produirait pas s'il était proprement desséché. Il en résulte que les puits et galeries sont souvent insuffisamment boisés.

Les bois ronds sont employés pour boiser les parois des puits. Deux pièces (mukas) sont maintenues en place par deux étrésillons (digangs) encochés pour qu'ils aient prise sur les "mukas" rondes et les "digangs" sont maintenues à distance et renforcées par trois montants (un au milieu et les autres aux extrémités) encochés également. Des planches horizontales de 8 pouces de largeur et d'un pouce et quart d'épaisseur et parfois des bâtons avec des fougères (kekilla) sont employés pour forcer le tout et le maintenir en place. Les tonneaux glissent sur des planches clouées aux montants. Les hommes grimpent le long du puits à l'aide d'une corde ou d'une perche fixée aux montants.

Au lieu de corde, les mineurs emploient souvent des échelles qui sont faites de substances grossières, attachées ensemble avec des lianes ou de la filasse de cair. Il n'y a pas de distance fixe entre les échellons et l'échelle est perpendiculaire; si on y ajoute la forte lubrification du bois au contact des mains et des pieds des natifs qui ont travaillé de la plombagine, on conçoit aisément le danger que ceux-ci courent chaque fois qu'ils montent ou descendent. Les bois employés sont surtout l'"alubo" et l'"hora".

La main-d'oeuvre est entièrement singalaise. Il n'y a que des hommes qui travaillent sous terre, mais parfois les femmes travaillent à la surface. Les hommes gagnent de 8 pence à 1 shilling par jour et les femmes de 3 pence à 6 pence. Des Tamils du sud de l'Inde sont employés dans les plantations de thé mais ils ne travaillent pas normalement dans les mines.

Le minéral est transporté dans des sacs par les coolies à l'atelier de préparation où on le taille grossièrement puis l'embarille pour le transporter par routes, chemins de fer ou canaux à Colombo ou à Galle. Les barils qui ont 22 pouces de diamètre aux extrémités et 3 pieds de longueur, sont faits de bois de "hora" (Dipterocarpus zeylanicus) et cerclés de quatre cercles de fer.

On extrait différents minéraux avec la plombagine, et les natifs ne les connaissant pas les jettent souvent. On a trouvé dans la plombagine de la pitch-blende, connue comme minerai d'uranium; on y trouve aussi beaucoup de pyrrhotite.

Traitement:—A leur arrivée à Colombo les barrils sont ouverts par des singalais sur une aire en briques ou en asphalte non couverte (barbacue) de forme rectangulaire et en moyenne de 39 pieds de largeur et de 80 pieds de longueur (usine de M. J. Kotawala) avec double pente pour l'égouttage des eaux. Les gros morceaux sont placés d'un côté et le reste est apporté dans des paniers tronc-coniques de 17 pouces de diamètre à la base et de 2 pouces de profondeur et jetés sur une série de tamis de ? pieds de longueur et de deux pieds de largeur, placés à un angle de 35 degrés avec un plan horizontal (ces tamis sont des tamis à trous de 5/8, 3/8, 1/4 et 3/16 de pouce, et aussi les tamis No 10 et No 60). Les morceaux tamisés sont transportés sous des hangars ouverts sur les côtés et couverts de feuilles de cocotiers (Cadjan, Phoenix Zeylandica) où des femmes les fendent avec de petites hachettes en enlevant les plus grosses impuretés, comme le quartz. Le minéral est alors placé sur des planches ou sur le barbacue, on ajoute de l'eau et on frotte les morceaux avec les mains. Le poli final est donné à la main sur un tamis placé à plat sur le terrain.

Le minerai pauvre est réduit en poudre avec des maillets de bois cylindriques (3 pouces de diamètre et 5 pouces de longueur avec un manche d'un pouce de longueur) ou des pilons de même forme (2 pouces de diamètre et 14 pouces de longueur, l'extrémité étant amincie pour former un

manche) : on le trie alors en le mettant en sac. Les sacs employés ont 27 pouces de longueur et 20 pouces de largeur ; ils sont cloués sur deux bâtons pour en permettre le transport.

Dans quelques usines on continue la concentration par un lavage dans une fosse de 5 pieds et demi de longueur, 3 pieds et demi de largeur et 2 pieds et demi de profondeur. Le minerai est animé d'un mouvement circulaire dans un panier en forme de coupe, plongé dans l'eau de la fosse ; le graphite tombe dans celle-ci et les particules grossières restent dans le panier. Le graphite est séché sur le barbacue. Pour séparer les parties très fines, le minéral réduit en poudre est placé dans un van rectangulaire (12 pouces par 4 pouces) dont une des extrémités est arrondie et l'autre terminée en pointe. On vanne le minéral et les particules lourdes retombent dans le panier tandis que les particules fines sont entraînées et tombent sur le sol.

Le graphite vendu est classé, suivant ses dimensions, comme morceaux, éclats, poussière et fine poussière ; et d'après sa qualité comme x, xb, bon b, b, bc et p.

Les prix atteignent 1000 roupies ($346) la tonne pour les morceaux quoique le prix ait baissé à 700 roupies vers la fin de l'année 1900 ; les beaux bénéfices ainsi réalisés ont provoqué le développement de ce genre d'exploitation ; cette activité a encore été accrue par l'émission de permis pour prospecter les terres de la Couronne.

Le district de Kurunegala a 154 mines de plombagine. Dans la province méridionale 117 acres de terrain supposé contenir du graphite ont été loués en 1899 pour 10 ans pour 333,450 roupies et dans la province centrale, 126 déclarations d'intention d'ouvrir une mine ont été enregistrées.

Les méthodes d'exploitation sont barbares et rudimentaires, mais il y a maintenant des mines exploitées par les Européens et il faut espérer que ceux-ci feront autant d'efforts pour introduire les méthodes perfectionnées qu'ils en font pour obtenir des conditions plus favorables pour l'exploitation de leurs propriétés.

Les droits de douane sur tout le graphite extrait et vendu de 1858 à 1868, ont été de 2½ pour cent de la valeur du minéral ; de 1846 à 1857, il n'y avait pas eu de droit de douane (Ordonnance No 9 de 1847). De 1873 à 1883, le permis d'exploitation a coûté 10 roupies et en outre il y avait un droit de 10 pour cent sur la valeur de la plombagine extraite dans la province occidentale.

Inde.

Le docteur T. L. Walker* a découvert plusieurs localités au nord est de l'état de Kalahandi où le graphite se rencontre en bandes parallèles ou

* Geol. Survey of India, Gen. Rept. 1900-01, page 12.

en veines qui semblent de bonne qualité. Travancore est le seul état de l'Inde où l'on exploite le graphite. Ces gisements sont semblables à ceux de Ceylan dont la roche forme la continuation des couches laurentiennes de l'Inde méridionale. On trouve des gisements semblables à Coorg et dans les collines de Vizagapatam. Le graphite indien est considéré, ainsi que celui de Ceylan, comme d'origine ignée. On a prospecté pour le graphite dans le district de Godavari, présidence de Madras et dans les districts miniers à ruby du Haut Burma.

Nouvelle Galles du Sud.

Le graphite est exploité par le "Walcha Graphite Syndicate" à 26 milles au nord-est de Walcha.† La mine se trouve sur le flanc d'un promontoire qui domine le canyon profond de la rivière Blue Mountain Creek. Le graphite s'y rencontre dans un dyke d'eurite, en général micropegmatique et imprégné de sphéroïdes de graphite. Le dyke traverse le promontoire perpendiculairement à sa direction et s'enfonce à une profondeur de 400 pieds au moins. La roche encaissante est un granite acide et le dyke est nettement marqué par un affleurement de 250 à 300 pieds de longueur. Il varie en largeur de 6 pieds à l'extrémité nord à 30 pieds à l'extrémité sud. Le graphite dans les noyaux plus ou moins sphériques est excessivement fin; ceux-ci varient de ½ pouce à 1 pouce de diamètre et occupent 40 à 50 pour cent de la masse du dyke. Ils contiennent de 20 à 25 pour cent de graphite. Le minéral est distribué uniformément dans le dyke et on en exploite de grandes quantités.

Il y a aussi un dépôt important qui consiste en un lit de schistes à graphite d'environ six pieds d'épaisseur, et se trouve à 5 milles à l'est de la station Undercliff,‡ dans le comté de Buller. Ce lit est incliné à 45° et coupé de lits de schiste, de grès et d'argilite qui appartiennent sans doute à la période houillère. Il se trouve près du contact de ces roches sédimentaires avec le granite éruptif. La plombagine de ce dépôt ne peut être employée aux usages habituels mais des essais ont prouvé qu'on pouvait l'utiliser comme enduit pour les moules dans les fonderies.

Parmi les autres dépôts de graphite on peut nommer: Cowell Creek, à la source de la rivière Abercombia, où le graphite se rencontre associé au quartz, à la pyrite de fer et à la pyromorphite; Dundee, dans New Valley, et près de Tenterfield où il se trouve en petites masses radiées; Panbula, près d'Eden où il se trouve dans un quartz; la rivière Cordeaux près du mont Keira et le Plumbago Creek au confluent de ce cours d'eau avec le Timbara dans le comté de Drake.

Mineral Industry, 1904.
Pittman, Mineral Ressources of New South Wales, 1901, p [illegible].

Queensland.

Les gisements principaux sont aux monts Bopple* dans le district d Maryborough, où on a trouvé le graphite en quantité suffisante pour l'ex ploiter et où on l'exploite effectivement à présent.

Les mines des monts Bopple sont situées sur la chaine non loin de voie ferrée du "North Coast Railway" entre Gympie et Maryborough, trois milles au sud-est de Netherby et à la même distance au nord-est d Gundiah. Le point le plus élevé des mots Bopple est Beacon Peak (1900 pieds) sur lequel on a élevé une station géodésique. Le pic connu sous nom de mont Bopple (1800 pieds) est le plus au nord de la chaine et est une distance de trois quarts de mille de Beacon Peak.

Les deux pics avec le mont Gundiah à un mille au sud de Beacon Peak sont réunis par une chaine basse dont la direction est nord-sud; des contreforts abrupts et dénudés se projettent sur les deux versants de cette chaine et dominent la plaine qui s'étend à leur pied. C'est sur ceux qui descendent du mont Bopple et de Beacon Peak que se trouve la région graphitique.

La roche sédimentaire autour du Mt Bopple, appartient aux assises houillères dit "Burrum Coal Measures" et leur pénétration par des masses ignées en a dérangé les couches qui sont entrecoupées de failles.

L'andésite amphibolique forme la roche ignée prédominante sur flanc orientale du Mt Bopple et à plusieurs endroits on peut voir leur contact avec les assises houillères. Cette variété et d'autres variétés d'andésite affleurent à beaucoup d'endroits au nord de la chaine dans la direction de Tiaro. A environ un quart de mille à l'ouest de Tiaro, sur les rives de la rivière Mary, une section naturelle montre le contact de l'andésite avec les assises houillères. Les roches sédimentaires ont été affectées par les éruptions de roches ignées dans toute la région et des filons de houille grasse ont été transformés en anthracite ou en graphite.

On a aussi trouvé de l'aplite aux mines de graphite exploitees sur la pente occidentale de la chaine. Dans le puits Simpson, on rencontre cette roche en petites veines dans le graphite; celles-ci ont environ un pouce d'épaisseur et s'amincissent en se changeant en mica. Parfois on trouve la hornblende de l'andésite sous forme de cristaux noirs clivables, ayant un pouce de diamètre, et, sans doute, le bruit qu'on avait trouvé du Wolfram dans cette localité est dû à la présence de ce minéral.

Sur le flanc occidental de la chaine, le charbon bitumineux a été complètement transformé en graphite, tandis que sur la pente orientale la houille grasse par degrés à peine sensibles a donné la houille dure, l'anthracite et le graphite. A un endroit le graphite repose sur l'anthracite avec six pouces d'une argile graphitique entre les lits de graphite; l'an-

* B. Dunstan, Report Geological Survey of Queensland, 1906.

thracite, le schiste et les roches associées sont uniformes et semblent ne pas avoir été déplacés.

L'anthracite présente un vif éclat et est de bonne qualité, mais les bandes n'ont généralement qu'un pouce d'épaisseur; le lit de graphite six pouces au dessus est mat et terreux et ne présente aucune division apparente en bandes de qualités différentes. Les couches supérieure et inférieure sont des schistes et des grès et il n'y a pas de roche éruptive en contact direct avec le grapaite et l'anthracite. L'anthracite sans doute a été un charbon de bonne qualité tandis que le graphite était une houille pauvre mêlée de carbonate de fer. L'injection d'anthracite amphibolique dans le voisinage a sans doute provoqué le changement de houille grasse en anthracite en même temps que charbon mêlé au carbonate de fer était transformé en graphite. Ensuite des infiltrations ont probablement enlevé le fer en laissant un résidu contenant 50 pour cent de carbone graphitique.

Les travaux de recherche et d'exploitation des dépôts de graphite situés sur les pentes du Mt Bopple sont faits par la "Simpson Mine" et un puits a été foré pour suivre les filons exposés à la surface.

A la première galerie dans ce puits un échantillon pris sur un filon de quatre pieds d'épaisseur, a donné à l'analyse 27.10 pour cent de carbone et 69.20 de cendres. A la deuxième galerie un filon de 3 pieds a fourni un échantillon qui a donné 32.28 pour cent de carbone et 62.40 pour cent de cendres. Un autre échantillon pris sur une veine de 2 pieds à la troisième galerie a donné 18.32 pour cent de carbone et 76 pour cent de cendres. D'autres échantillons pris à la partie inférieure du puits ont donné des résultats analogues. L'analyse de ces échantillons est donnée dans le tableau ci-dessous:

ANALYSES DU GRAPHITE DES MONTS BOPPLE.

No.	Humidité	Carbone	Cendre	Silice	Composition des Cendres		Alcalis etc. par difference
					Alumine	Chaux	
1	5.70	27.10	69.20	61.80	30.20	1.90	6.10
2	5.32	32.28	62.40	58.30	35.80	1.70	4.20
3	5.68	18.32	76.00	58.10	35.60	1.30	5.00
4	4.46	22.14	73.40	55.60	37.20	2.70	4.50
5	5.26	25.74	69.00	50.00	25.00	2.00	4.00
6	5.22	27.98	66.86	59.80	35.10	1.40	3.70
7	2.50	16.10	80.10				
8	3.20	16.30	78.50				
9	3.50	15.60	79.50				
10	2.80	46.30	51.10				
11	1.10	74.10	24.00	les cendres sont surtout du silicate d'alumine			
12	2.40	10.80	82.80				
13	6.20	73.70	21.00				
14	7.00	44.25	47.75				
15	4.40	90.90	4.60				

Les filons dont proviennent ces échantillons représentent ensemble 11 pieds de graphite dont la composition moyenne est 25.59 pour cent de carbone et 69.30 de cendres. D'autres bandes de schiste, mesurant ensemble 24 pieds, contiennent moins de graphite; enfin, il y a environ dix pieds de schiste stérile. Des puits d'essai creusés dans le voisinage des travaux précédents ont prouvé qu'il y a d'autres filons de graphite présents associés à des schistes graphitiques et à des grès, mais leur valeur n'a pas été vérifiée.

L'inclinaison des couches à la partie supérieure du puits Simpson est de 45° environ, mais ces couches s'enfoncent beaucoup plus vers le bas du puits, et elles sont même verticales à un endroit.

Japon.

On a exploité du graphite à différentes époques dans cinq provinces du Japon dans la préfecture de Gifu, mais la production en est insignifiante sauf dans Hida, où la mine de Kawaimura produit du graphite depuis bien des années.

CHAPITRE III.

OLIGINE DU GRAPHITE.

Il y a peu de sujets en géologie sur lesquels aient été émises plus de théories et dans l'étude desquels plus d'erreurs aient été commises que dans l'étude de l'origine des gisements de graphite. Pendant longtemps le graphite a été regardé comme une substance purement organique; beaucoup d'auteurs en effet assimilant le graphite à la houille lui donnaient une origine végétale.

Feu Sir Wm. Dawson, de Montréal, estimait l'épaisseur totale du graphite dans une bande de calcaire du district d'Ottawa à 20 ou 30 pieds au moins et il pensait qu'il y a autant de carbone dans le laurentien qu'il y en a dans les étendues de même nature du système carbonifère. Il comparait les bandes de graphite par aux couches de houille et il ne pouvait voir à ces dernières d'autre origine que la décomposition de l'anhydride carbonique par les plantes.

Sterry Hunt,* le grand géologue canadien s'exprime ainsi à ce sujet

"La présence de graphite dans des veines, exige sa séparation d'une solution à haute température. De curieuses recherches de Brodie ont montré que cette forme de carbone possède des propriétés chimiques particulières et des affinités, qui lorsqu'elles seront bien comprises, pourront servir à expliquer sa solution et sa cristallisation. Déjà les observations de Pauli ont montré que quand on chauffe au rouge sombre de l'hydrate de sodium et du cyanure de sodium avec du nitrate de sodium, le carbone du cyanure se sépare de la masse liquide sous forme de graphite. Pauli ajoute que peut-être le graphite natif a été séparé de certains composés du carbone par une réaction analogue (Philos. Mag. 4, XXI, 541). Mais la transformation directe du carbone en graphite ne peut être mise en doute par les géologues, et une telle hypothèse ne peut être acceptée pour les graphites stratifiés. La réaction décrite par Pauli, est néanmoins intéressante, car elle montre que le graphite peut être séparé de solutions à une température qui n'est nullement supérieure à celle à laquelle, suivant Sorby, les minéraux qui l'accompagnent dans les veines laurentiennes ont cristallisé; mais nous ne pouvons supposer dans cette cristallisation l'intervention des mêmes réactifs que ceux indiqués par Pauli.

"Le graphite sans nul doute peut être formé à des températures plus élevées; son existence dans la fonte est bien connue et Brodie, qui avait obtenu 4 pour cent de graphite laminaire en dissolvant du fer graphitique

---

* (Geology of Canada, 1866, page 222)

dans un acide, le trouva identique au graphite naturel dans ses caractères physiques. Jacquelain, en décomposant du sulfure de carbone au contact de cuivre métallique à 100°C, obtint du sulfure de cuivre et du graphite amorphe. En se basant sur ces expériences, Jacquelain a admis que le graphite pouvait avoir pris naissance par la distillation d'hydrocarbures volatiles dans les fissures de la roche, hydrocarbures qui, par une décomposition analogue à celle qui se produit au contact de la paroi des cornues à gaz, ont donné naissance à un dépôt de carbone sous sa forme graphitique (Cosmos, 23 juin 1864). Le graphite, chauffé avec du carbonate de calcium donne de l'oxyde de carbone et dans les mêmes conditions réduit l'oxyde de fer à l'état métallique. Il décompose la vapeur d'eau au rouge. Nous sommes donc amenés à regarder le graphite en lits comme ayant été formé par la transformation de la houille et autres substances carbonées à une température plus basse que celle du rouge, tandis que son transport subséquent dans les veines et son dépôt sous forme cristalline avec d'autres minéraux ont été effectués dans des conditions encore obscures mais qui comprenaient sans doute une solution aqueuse à une température voisine du rouge vif."

La théorie de la formation du graphite en partant de substances carbonées provenant de matières organiques, peut être appliquée au graphite en lit et au graphite disséminé dans un calcaire. Il est évident que la même cause qui a transformé le calcaire en marbre, peut avoir métamorphisé le carbone en graphite. Mais en ce qui concerne les veines de graphite, on ne peut soutenir cette hypothèse puisque nous trouvons ce minéral comme remplisage de fissures dans les roches ignées telles que le granite, le diorite, etc. D'ailleurs, c'est un fait certain que le charbon, d'origine végétale, a été transformé par métamorphisme en graphite. Les dépôts de Newport en sont un bon exemple et le professeur Newbury* cite un gisement semblable dans les couches houillères du Mexique méridional, à Sonora: "Toute la partie occidentale de cette région semble brisée par des dykes de trapp qui ont partout métamorphisé le charbon et l'ont transformé en anthracite. A l'endroit examiné, le métamorphisme a été extrême et la plus grande partie de la houille a été transformée en un anthracite brillant et un feu friable contenant trois ou quatre pour cent de matières volatiles. A l'affleurement d'un des lits le charbon est transformé en graphite à structure laminaire; il est onctueux au toucher et donne une trace sur le papier comme la plombagine. Le métamorphisme est beaucoup plus complet qu'à Newport (Rhode Island) et fournit le meilleur exemple que je connaisse de la transformation d'un lit de charbon en graphite."

Un autre dépôt de graphite qui, d'après Walcott, provient de lit de

* School of Mining Quarterly 8, 1887, page 331.

charbon fossile est celui qui existe à quatre milles de Hague sur le lac George dans les Adirondacks et dont nous avons déjà parlé.

Le graphite peut être formé indépendamment de la matière organisée comme le prouve sa présence dans la fonte où il cristallise en se refroidissant sous forme d'écailles brillantes. Scheele l'avait déjà observé en 1778. La fonte, composée de fer métallique et d'une petite quantité de carbone, peut quand elle est fondue, dissoudre jusqu'à 4 pour cent de son poids en carbone. Cet excès cristallise sous forme de graphite par refroidissement. Le fer en gueuse gris et grossièrement cristallin doit ses propriétés et son apparence à la présence de graphite et quand on le dissout dans un acide il laisse pour résidu insoluble des lamelles de graphite. On a aussi trouvé du graphite dans les masses météoriques qui jusqu'ici n'ont jamais donné de traces de vie animale ou végétale. Ainsi la météorite tombée à Cranbourne près de Melbourne en 1861, en contient qui, d'après Berthelot, a des propriétés identiques à celles du graphite provenant de la fonte. Nous devons donc en conclure que la masse météorique qui le contient a été exposée à une température très élevée.

Weinschenk† a montré que des particules charbonneuses contenues dans des schistes argileux ont été transformées en graphite sous l'influence des roches ignées qui les ont pénétrés. Les observations de Weinschenk montrent que des dépôts de Styrie dans les Alpes ont été formés par suite de la pénétration d'une coulée de granite dans la roche sédimentaire. Et base sa théorie sur les points suivants:

1. Le caractère cristallin des schistes ne montre aucune relation avec le degré de compression. Des schistes, à peine déformés, sont fortement cristallins quand ils sont près du granite; d'autres très vivement contournés ont conservé leur structure et leur élasticité quand ils sont à une certaine distance du granite.

2. La transformation du charbon en graphite semble aussi indépendante du degré de déformation; mais elle est limitée au voisinage du granite. A une plus grande distance du granite, le graphite est remplacé par l'anthracite qui se brise sous l'influence de la chaleur, donnant ainsi un caractère bien net des charbons affectés par le métamorphisme.

3. Le granite lui-même à la surface de contact présente plus de silice et d'alcalis et aussi une structure schisteuse et porphyrique.

4. Dans les schistes eux-mêmes, il existe des injections de roches granitoïdes en forme de couches. La nature et l'aspect général de celle-ci prouvent cependant leur origine non-sédimentaire. Elles sont pétrographiquement identiques aux masses si abondantes dans la chaîne centrale des Alpes sous forme de couches épaisses dans les roches schisteuses et sous forme de dykes dans celles qui n'ont pas une structure feuilletée.

---

† Zeitschrift fur Praktische Geologie, Jan., 1903.

Elles ont été évidemment injectées dans les roches qui les encaissent et se distinguent d'habitude par la présence de tourmaline.

5. L'identité complète au point de vue pétrographique de ces roches avec le granite des Alpes centrales indique leur contemporanéité. Comme la majorité des épanchements granitiques des Alpes sont sûrement beaucoup plus récents, il y a sans doute lieu d'attribuer les coulées dont il vient d'être question à la période post-houillère.

6. Les dépôts abondants de talc dans le voisinage des gisements de graphite en Styrie et la présence de talc dans les Alpes sont inexplicables si on n'admet pas l'action d'épanchements volcaniques; il en est de même pour les dépôts importants de magnésite dans les calcaires. Des réactions chimico-géologiques de cette intensité ne sont possibles que sous l'influence d'une activité volcanique et de plus, partout où on les rencontre avec quelque importance, de larges masses de granite existent dans le voisinage.

La présence de graphite dans les roches volcaniques semble donc due à la transformation de charbon qui se trouvait enfermé dans la masse en fusion pendant l'éruption. C'est pourquoi le minéral est rarement distribué également dans la roche volcanique et pourquoi normalement on le trouve en poches et en noyaux, comme dans les couches à diamants du Cap, dans la "terre bleue". A ce sujet, on peut remarquer que les météorites ont beaucoup d'analogies dans leur composition avec ces roches à diamants et contiennent souvent beaucoup de graphite, surtout si la météorite est riche en fer. Dans quelques-unes de celles-ci on trouve de petites masses de graphite et il est probable que ce minéral a été formé par précipitation et cristallisation tandis que le métal en fusion se refroidissait. Il faut ajouter que dans quelques cas le diamant accompagne le graphite dans les météorites et que même des cristaux de diamant ont été changés en graphite dans des météorites ferrugineuses.

En ce qui concerne les gisements de graphite dans le laurentien, leurs relations avec des épanchements de granite et de diorite semblent prouver qu'ils ne sont pas d'origine organique au moins en ce qui concerne les veines de graphite, et à ce point de vue celles-ci se rapprochent beaucoup des dépôts de Passau en Bavière.

G. O. Smith décrit deux dépôts dans le Maine (voyez page 58), l'un à Madrid, comté de Franklin, et l'autre à Yarmouth, comté de Cumberland, et il conclut que l'origine du carbone graphitique doit être cherchée dans les sédiments dont les lits ont été formés.

L'étude sur le terrain et au microscope indique nettement une différence dans le caractère du graphite provenant de ces deux gisements. Le graphite de Madrid est à grain fin et appartient à la variété dite amorphe bien que les particules extrêmement petites soient cristallines et possèdent l'éclat des larges lamelles du graphite de Yarmouth. Cette différence dans la dimension des particules et celle qui existe dans la nature

des dépôts suggèrent leur différence d'origine, si elles ne la rendent pas évidente.

La présence du graphite à Madrid au contact des injections de pegmatite et de schistes un peu carbonifères, indique une origine de contact pour le graphite. La concentration relative du graphite près des surfaces de contact prouve que ce minéral a été formé sous l'influence des phénomènes dûs à la pénétration du magna granitique plutôt que sous l'influence des forces dynamiques qui ont affecté les roches sédimentaires de la région. Le graphite ainsi cristallisé provient donc des couches sédimentaires dont le schiste a été formé. Cette déduction est appuyée sur la variation de composition du graphite dans les lits voisins même au contact de la pegmatite; cette variation est due sans doute à la différence de richesse en carbone des différentes couches de dépôts sédimentaires. Cependant il se peut que certaines parties du schiste aient exercé une influence de sélection dans la concentration du graphite; c'est ainsi par exemple que la richesse en tourmaline, provenant sans doute de la pegmatite, varie dans les différentes couches de schiste. Le graphite de Madrid peut être considéré comme le résultat de la conversion et de la concentration de particules charbonneuses, provenant des sédiments, sous l'influence des vapeurs à température élevée produites par la masse en fusion qui en se refroidissant donna la pegmatite.

A Yarmouth, il n'y a pas d'autre source probable du carbone que la roche fondue elle-même. Le graphite fait partie du dyke de pegmatite au même degré que le quartz ou le feldspath. Le graphite a pu cristalliser plus tard que le feldspath, mais il a certainement cristallisé avant le quartz et il provient du magna comme ces minéraux.

D'après Weinschenk l'origine du carbone qui a donné naissance aux veines de graphite doit être cherchée dans les profondeurs du globe. Ce savant pense que la formation du graphite est due à l'action des gaz volcaniques, sans doute de l'oxyde de carbone ou des composés du groupe de cyanogène sur le fer en présence d'anhydride carbonique et d'eau; tous ces composés se sont élevés dans les fractures de la roche en même temps que les roches éruptives et y ont laissé le carbone graphitique, résultat de ces réactions. Gruner a montré en 1869, que l'oxyde de carbone a la température de 300 C agissant sur des minerais de fer donne du graphite, et il est probable que le carbone graphitique de ces veines a été formé de la même façon, comme l'ont été aussi beaucoup de nos minéraux économiques. Dans toutes ces réactions aucune substance organique n'est intervenue, ni pendant la réaction, ni comme origine des substances qui ont réagi. Dans le laurentien canadien, l'association du graphite avec les roches érupti[illegible] facile à noter et d'après les recherches faites il semble que la p[illegible] de dykes gr[illegible]itiques a facilité la formation de graphite dans les [illegible]es cristallines a[illegible]jacentes; très souvent, la quantité de

plombagine augmente quand on approche un dyke. On a remarqué la même chose dans les mines de Passau; dans cette région, c'est un fait bien connu que le graphite en lamelles larges de belle qualité et les poches ou lentilles de ce minéral les plus riches et les plus nombreuses se trouvent toujours au contact des masses granitiques et du gneiss.

La répartition du graphite dans la roche au voisinage des veines est supposée avoir pris place par les fractures que rencontrait la veine et dans certains cas on trouve des accumulations de minéral qui ont plus de valeur que la veine elle-même. Osann,* dans son traité sur les dépôts de graphite du Canada cite la transformation de la roche encaissante en scapolithe et pyroxène comme une caractéristique des veines d'apatite. Ainsi, ont été formées des masses qui sont très semblables aux pyroxénites de la région à apatite. A Grenville, il a remarqué la transformation de calcaire grenu en un mélange de pyroxène, de wollastonite et de titanite. Dans les deux cas, des minéraux ont été formés qui sont exactement les mêmes que ceux qu'on rencontre dans les calcaires métamorphiques. Ce métamorphisme, d'après Osann, ne peut être expliqué qu'en admettant que le calcaire a été pénétré par les gaz et les vapeurs provenant du magna éruptif ce qui a permis l'introduction de substances étrangères dont l'accès a peut être été favorisé par l'action des solvants après le refroidissement Osann considère comme tout à fait plausible l'hypothèse d'une origine de cette nature pour le graphite en veines. La rencontre de veines d'apatite et de graphite dans les mêmes districts de la province de Québec ainsi que la similitude de leurs caractères géologiques montrent qu'elles ont eu la même origine et Osann, comme Weinschenk, admet que l'action volcanique, s'est exercée après le refroidissement et la solidification du magma éruptif. Il suffit de rappeler la présence de graphite dans les veines d'apatite et celle d'apatite dans les veines de graphite. Ce dernier cas se rencontre à Ceylan et a été souvent cité.

Quant au graphite disséminé que l'on rencontre dans les calcaires du Canada, il ne semble pas douteux qu'il provienne de carbone présent d'abord dans la roche, celui-ci, sans doute d'origine organique; le même métamorphisme qui a transformé le calcaire en marbre a donné naissance au graphite. Mais le graphite en veines a certainement une origine très différente de celle du graphite disséminé, et, comme on l'a vu plus haut, l'origine du carbone de celui-là, d'après Weinschenk, doit être recherchée dans l'intérieur de la terre.

* Rep. Geol. Survey of Canada, 1899, page 870.

CHAPITRE IV

COMPOSITION DES MINERAIS DE GRAPHITE.

Tous les graphites, naturels, artificiels ou purifiés pour le commerce, contiennent des substances volatiles et des substances étrangères provenant de leur gangue rocheuse. Celles-ci, dans le cas des graphites naturels sont la silice, la chaux et la magnésie, les oxydes de fer, de chrome et de titane, et plus rarement les sulfures de fer, de cuivre, de nickel et de cobalt. De toutes ces impuretés, la silice, l'argile et l'oxyde de fer sont les plus communs. Un certain graphite anglais donnait un résidu considérable d'oxyde de chrome, mêlé à un peu d'oxyde de fer, tandis que certains graphites du laurentien canadien contiennent de petites quantités de cobalt et de nickel, dues à la présence de pyrite d'après le docteur Sterry Hunt et à celle de pyrrhotite d'après le docteur Hoffman. On a trouvé dans quelques graphites de petites quantités de sels d'ammonium.

Le graphite pur comme on l'a vu précédemment est un corps simple de la chimie, une modification du carbone. La présence d'eau chimiquement combinée qui est fréquente dans les graphites naturels est due à la présence de substances argileuses ou autres silicates hydratés.

L'hydrogène se rencontre souvent dans les minerais de graphite et le tableau suivant donne les résultats obtenus par quelques chimistes connus:

TABLEAU IV.

Localité.	Carbone	Hydrogène	Cendres	Expérimentateur
Ticonderoga	99.87	0.11	0.02	Luzi[*]
Cristaux de Ticonderoga	99.86	0.12	0.02	"
Ceylan	99.82	0.17	0.01	"
Passau (Bavière)	99.93	0.65	...	"
Sibérie	99.89	0.10	0.01	"
Canada, (localité inconnue)	86.8	0.50	12.6	Regnault†
"	76.35	0.70	23.4	"
"	98.56	1.34	0.2	"
"	99.5	....	0.68	"
Sibérie	89.51	0.60	10.4	"
Graphite artificiel	96.97	0.76	0.4	"
Canada, (localité inconnue)	98.56	1.34	0.20	Cloez‡

* Berl. Ber. 1891, 24, 4085.
Dammer, Handbuch der anorganischen Chemie, Vol. II, 1ère Partie, page 260.
Ann. de Chim. et de Phys. (4) VII, 450.

Minerais de Graphite du Canada.

Comme nous l'avons déjà vu, les gisements exploitables du Canada contiennent le graphite sous forme amorphe, cristalline ou laminaire, celle-ci plus fréquente que les autres. La quantité d'impuretés contenue dans ces minerais varie autant que la teneur en carbone. Dans la plupart des cas, on ne désire savoir que la teneur en carbone, mais en comparant différents minerais il est important de connaître exactement la nature de la gangue et la quantité qu'en contient le minerai.

Le graphite naturel canadien le plus pur a toujours été extrait de veines et s'il est soigneusement trié à la main, il n'a pas besoin en général d'être purifié; on a trouvé du graphite renfermant jusqu'à 99.815 pour cent de carbone dans quelques unes des veines de Buckingham.

La variété disséminée qui jusqu'ici a fourni la plus grande partie du minerai de graphite, contient une gangue abondante et le graphite ne forme qu'un faible pourcentage du minerai. En général, comme l'expérience l'a montré, la richesse d'un minerai de graphite disséminé pour être avantageusement exploité, ne devrait pas descendre au dessous de 5 pour cent. Cependant on peut citer une mine dans l'état de New-York, oû, grâce à un procédé perfectionné on peut traiter avec profit un minerai ne contenant pas plus de 3 pour cent de graphite. Au Canada, dans la majorité des cas, la richesse du minerai en plombagine, d'après des chiffres que l'auteur a sous les yeux, s'est maintenue jusqu'ici entre 7 et 30 pour cent.

Les minerais amorphes sont tout à fait différents; tandis qu'on pourrait sans doute exploiter avec profit un minerai de plombagine en lamelles contenant 5 pour cent de plombagine, il est peu probable qu'un minerai amorphe en contenant 30 pour cent soit rémunérateur à traiter; ceci est dû à la différence dans les facilités d'extraction, et à la difficulté qu'il y a à concentrer le graphite amorphe et à éviter les pertes par entrainement. Il est important d'insister sur ces différences car le novice souvent ne peut comprendre pourquoi deux minerais de même richesse, et même, contenus dans la même gangue donnent des résultats économiques si différents. En ce qui concerne la composition du minerai extrait de veines, le graphite, dans bien des cas, a rempli complètement la fissure; les impuretés les plus communes sont le gneiss, le feldspath, la calcite, la wollastonite, l'apatite verte, la scapolithe, le quartz, la titanite, le pyroxène et la pyrite. Le graphite disséminé contient le plus souvent du gneiss ou du calcaire cristallin, ou un mélange des deux ; parfois aussi du quartz, du feldspath, du pyroxène, de la wollastonite, de la pyrite, du mica, de la trémolite, du diorite, etc. A la mine "Black Donald" sur le lac White Fish, comté de Renfrew, du graphite amorphe se rencontre avec du graphite en lamelles dans un gisement qui manque d'homogénéité

Une grande partie du minerai contient de la calcite et quelquefois en quantité suffisante pour enlever toute valeur au gisement. Un minerai de même composition se trouve dans le canton de Blythfield, près des rives de la rivière Madawaska.

La gangue des minerais de graphite amorphe est souvent formée de schiste, anthracite ou autre substance semblable comme c'est le cas en Nouvelle Ecosse et dans le Nouveau Brunswick. On trouve un minerai amorphe avec une gangue calcaréosiliceuse dans le comté d'Addington, canton de Denbigh.

Dans les tableaux 5 et 6, sont données quelques analyses de minerais provenant de différents gisements canadiens.

L'échantillon 1 provient d'un lit de graphite ayant 8 pieds de largeur moyenne et traversant le lot 28 de la 6ème concession et le lot 27 de la 7ème du canton de Buckingham; il donne une bonne idée du dépôt. Il est formé de lamelles et est si bien disséminé dans la roche qu'il en masque complètement la nature.

L'échantillon 2 provient d'un affleurement formé d'une roche brunâtre très décomposée qui contient le graphite en lamelles également distribuées. Il ne contient pas de calcite; l'acide chlorhydrique sous l'influence de la chaleur dissout de grandes quantités d'alumine, de fer, de chaux et de magnésie et de petites quantités de silice et de manganèse.

L'échantillon 3 a été pris dans un lit important de graphite disséminé. Celui-ci est bien réparti dans la roche et contient de la calcite et de petites quantités de pyrrhotite. L'acide chlorhydrique sous l'influence de la chaleur dissout de grandes quantités d'alumine de fer et de chaux et de petites quantités de silice, de manganèse et de magnésie.

TABLEAU 5.

Localité.	Espèce de Graphite	Carbone Graphitique.	Matière rocheuse soluble dans HCl.	Matière rocheuse non soluble dans HCl	Matière rocheuse totale	Eau Hygroscopique	Expérimentateur
1—Buckingham, Que., lot 28, Concession VI	Dissem. et laminaire	27.518	17.539	54.899	72.438	0.044	Dr Hoffmann, Ottawa
2—Buckingham, Que., lot 22, Concession VI	Dissem.	22.385	19.467	56.408	75.875	1.740	
Buckingham, Que., lot 28, Concession VIII	Dissem. et laminaire	23.798	21.285	53.741	75.026	1.176	
Buckingham, Que., lot 23, Concession VI	Disséminé	30.516	2.475	66.874	69.349	0.135	
Buckingham, lot 28, Concession VI	Veine de graphite et graphite purifié	96 à 99.5				....	M. Hon. Hersey, Analyste Montréal
5—Chûte à l'embouchure de la rivière St. John, St. John, N. B		48.775			50.058	1.167	Dr J. T. Donald, Montréal
6—Black Donald Mine, comté de Renfrew, Ont	Masse (dense et lamelleuse)	84.12			13.54	2.34	F. Cirkel, Montréal
7 "	"	85.75			12.87	1.38	Dr Hohmann, Dusseldorf, Allemagne
8— "	"	79.63			19.25	1.12	
9— "	"	73.33	7.99	17.84	25.83	0.84	
10— "	"	71.46	8.48	19.10	27.58	0.96	
11—Buckingham, lots 21 et 22, Concession VII	Disséminé	28.15	6.43	64.60	71.03	1.02	F. Cirkel, Montréal
12— "	"	46.25	11.46	42.22	53.68	0.07	
Lac Guthrie, Nouvelle-Ecosse	Schiste graphitique	38.387			61.613		Geol. Survey of Canada, 1879 p. 1 et 2
Glendale "	"	13.965					
Glendale "	"	31.8				...	Dr Hoffmann
Christmas Island "	"	50.23			43.37	6.40	Rapport du Département des Mines de Nlle Ecosse
"Split Rock Mine", rivière St. John, Nouveau Brunswick	"	48.775			50.058	1.167	Dr Hoffmann
Marmora, Ont., lot 13, Con. VIII	Amorphe	42.13			[illegible]	[illegible]	Geol. Survey of Canada, 1894, p. 2. R
Comté d'Addington, canton de Denbigh, lot 34, Con. VIII	"	51.87			[illegible]	[illegible]	"

L'échantillon 4 provient d'un dépôt de graphite disséminé pris le long de la roche encaissante qui consiste surtout en quartz et en feldspath. De petites veines d'un minerai de graphite fibreux et contourné traversent la roche encaissante et le dépôt de graphite, et varient en épaisseur de quelques pouces à un pied et demi ou deux. La solution chlorhydrique contient un peu d'alumine, de fer, de manganèse, de chaux et de magnésie avec des traces de silice.

Les échantillons 6 à 10 proviennent d'une veine en calcaire cristallin de 12 pieds de largeur qui contient le minéral également réparti, parfois en masses compactes et parfois en petites masses laminaires. Dans les échantillons 7 et 8, les lamelles ont été séparées du graphite compact à l'aide d'un tamis à fines mailles. Les échantillons 11 et 12 représentent des échantillons moyens de graphite disséminé dans du gneiss au voisinage de petites ramifications de veines de graphite.

Le tableau 6 donne la composition des cendres des échantillons suivants:

No 13. La structure du graphite est massive et il est formé de lames larges et épaisses. La couleur en est gris d'acier foncé avec un éclat métallique. L'échantillon contient çà et là des filons de minéraux étrangers. On peut expliquer la présence de nickel et de cobalt dans les cendres de ce graphite par le fait que les pyrites des roches laurentiennes contiennent parfois, comme l'avait déjà indiqué Hunt, du nickel et du cobalt et cela en quantités qui peuvent devenir notables; dans le cas présent il est cependant plus probable que ces métaux sont dûs à la pyrrhotite qui renferme du nickel et du cobalt et qu'on a déjà rencontrée dans les lits de graphite disséminé de cette localité.

No 14.—Cet échantillon a été pris au centre d'une veine; celle-ci avait une forme lenticulaire et contenait un noyau de même forme composé d'orthoclase et de calcite. Le graphite a une structure compacte et prismatique; il se divise facilement en agrégats plus ou moins prismatiques, chaque morceau étant formé de feuilles minces et étroites d'une largeur très uniforme. Les minéraux étrangers sont uniformément disséminés dans la veine et forment une mince couche sur le graphite, de telle manière que par incinération la cendre donne un moule presque parfait du fragment calciné. Les lames de graphite non ternies sont gris d'acier foncé avec un éclat métallique.

No 15.—C'est un échantillon de graphite pur se rencontrant en masses lenticulaires dans un calcaire; il pèse 8 kilogrammes et est d'une grande pureté. Les faces exposées se sont ternies en se recouvrant d'une pellicule brunâtre; mais l'échantillon contient très peu d'impuretés. La structure en est massive, compacte et composée de lames larges et épaisses qui s'enchevêtrent dans différentes directions et offrent ainsi une structure radiée. La couleur en est gris foncé avec éclat métallique.

TABLEAU 6.

No. Localité	Espèce de Graphite	Densité spécifique	Carbone Graphitique	Matière Volatile	Cendres	Composition des Cendres: Silice	Alumine	Sesquioxyde de Fer	Sesquioxyde de Manganèse	Chaux	Magnésie	Potasse	Soude	Protoxyde de Cuivre	Oxyde de Nickel ou de Cobalt	Total	Expérimentateur
13 *Buckingham, lot 21 et 22, Concession VII	Graphite laminaire en veine	2.2689	99.675	0.178	0.147	56.08	11.12	13.27	0.25	6.8	6.74	2.2	2.8	0.66	0.8	100.8[illegible]	Dr. Hoffmann, Ottawa*
14 *Buckingham, lot 27, Conc. VI.	Graphite prismatique en veine.	2.2679	97.626	0.594	1.780	45.73	10.82	1.23	0.47	34.74	0.9[illegible]	0.2[illegible]	5.40			99.871	
15 *Grenville, lot 3 Conc. II.	Graphite laminaire en veine	2.2714	99.815	0.109	0.076	55.08	8.5	18.31	0.31	7.7	2.02	4.78	2.97	1.16	0.12	100.94[illegible]	
16 *Grenville, lot 1, Conc. VI.	Graphite prismatique en veine.	2.2659	99.757	0.108	0.135	60.80	10.04	16.72	0.87	4.40	2.88	1.03	1.0[illegible]	1.94	0.26	101.020	
17 Mine "Black Donald" Renfrew	Laminaire et amorphe		84.12	4.66	11.12	17.6	[illegible]	16.[illegible]2		30.4	21.4					99.7	Dr. [illegible], Montreal
"			84.06			[illegible]				10.0[illegible]							Crescent Steel Co.
18 "			76.75	3.55	19.75	12.34	41	8.04		44.03	16.90					100.0[illegible]	F. Cirkel, Montreal
† Buckingham		2.2813	78.48	1.82	19.17	65.00	25.1	6.2	0.5			1				98.00	Moore, Paris
Addington (Denbigh, lot [illegible] Conc. VIII.)	Amorphe		76.1[illegible]			5.70		1.28		16.20	0.70						Thomas Heys & Son, Tor.

* [illegible]

[illegible]

No 16. Cet échantillon a une structure massive et est formé de lames étroites, enchevêtrées de manière à présenter une apparence prismatique; il est très pur et ne contient pas de substances étrangères visibles.

No 17.—Cet échantillon provient d'un amas de plombagine dans un calcaire. Les impuretés y sont à peine visibles, mais à la loupe on peut distinguer des petites particules de calcite. L'échantillon a une structure quelque peu schisteuse, quelques unes des lamelles ayant des dimensions appréciables et une certaine rigidité. De fines pellicules couvrent à quelques endroits les lamelles larges tandis que l'ensemble du morceau est formé de graphite terreux. L'éclat est métallique et présente un reflet brun.

No 18. Cet échantillon a une structure massive, en partie cristalline partie terreuse, mais les lamelles y sont rares. La principale impu est la calcite qui est uniformément distribuée. L'échantillon a été pris sur une veine de 10 pieds de largeur dont il représente la composition moyenne.

Conclusions.

D'après les analyses précédentes, le graphite provenant des veines est le plus pur et n'exige, presqu'aucune préparation quand on le trouve sous forme compacte. La variété laminaire provenant de veine donne généralement un graphite riche, dans la plupart des cas plus de 75 pour cent de carbone graphitique. La plombagin de "Black Donald" ne contient guère comme impureté que du carbonate de calcium. Les échantillons de graphite disséminé donnent des richesses en carbone très différentes et il est très difficile, presque impossible même, d'obtenir dans le même gisement deux échantillons qui aient la même ou presque la même richesse en carbone. Il est donc évident que, comme la plupart des mines donnent du graphite disséminé, il est très difficile de produire d'une manière constante des qualités données de graphite, ce qui est cependant de la plus grande importance, car toute négligence sur ce point a presque toujours été suivie de la chute de la compagnie minière qui l'avait commise.

Graphite provenant de l'étranger.

Le tableau 7 donne l'analyse de quelques graphites de provenance étrangère. Ces analyses ont été faites par M. Mene* sur des échantillons envoyés à l'Exposition Universelle de 1866, à Paris. Tous les échantillons ont été traités de la même manière; une partie de l'échantillon pulvérisé a été séchée à la température de 120° C. et l'autre brûlée dans un creuset de platine; les cendres ont été analysées suivant la méthode habituelle.

* Mene, Jahrbuch fur Chemische Technologie, 1869, p. 231

TABLEAU 7.

Localités	Densité Spécifique	Matières Volatiles	Carbone	Cendres	Composition des Cendres pour cent. Silice	Alumine	Oxyde de Fer	Chaux et Magnésie	Alcali et perte au feu
Cumberland, 1ère qualité	2.3455	1.10	91.[illegible]	7.35	72.5	28	12.0	6	1.2
" qualité ordinaire	[illegible]79	3.10	80.85	16.05					
" " en morceaux	2.[illegible]857	2.62	84.38	13.00	62.00	[illegible]	10.[illegible]	2.[illegible]	0.4
" " en poudre	2.4092	6.10	78.10	15.80	58.5	30.5	7.5	3.5	
Passau, Bavière	2.3632	7.30	81.08	11.62	53.7	[illegible]	6.8	1.7	2.2
"	2.3108	4.20	73.65	22.15	69.2	21.1	[illegible]	2.[illegible]	1.9
Mugrau, Bohême	2.1197	4.10	91.05	4.85	61.8	28.5	8.0	0.7	1.0
"	2.2279	2.85	90.85	6.30					
Fagerita, Suède	2.1092	1.55	87.65	10.8[illegible]	58.6	31.5	7.0	0.5	2.2
Ceylan, cristaux	2.3501	5.10	79.10	15.70					
" commercial	2.2659	5.20	68.30	26.50	50.3	41.5	8.2	0.0	
Golfe de Spencera, Australie du Sud	2.3701	2.15	25.75	72.10					
" "	2.2852	3.00	50.80	46.20	63.1	28.5	4.5		3.9
Altstadt, Moravie	2.3272	1.17	87.58	11.25					
Zaptan, Basse Autriche	2.2179	2.20	90.63	7.17	55.0	30.0	14.3		0.7
Praz, Bohême	2.3309	2.07	82.68	15.25					
Ceara, Brésil	2.3865	2.55	77.15	20.30	79.0	11.7	7.8	1.5	0.0
Buckingham, Canada	2.2863	1.82	78.48	19.17	[illegible]	25.1	6.2	0.5	1.2
Madagascar	2.4085	5.18	70.69	24.13	59.6		6.8	1.2	0.6
Pissie, Hautes Alpes, France	2.4572	3.20	59.67	37.13	68.7		8.1	1.5	0.9
"	2.3280	2.17	72.68	25.15					
Brussin, Rhône, France	2.2029	0.28	92.00	7.72					
Vaugneray, France	2.1050	0.13	94.30	5.57					
Saint-P[illegible], Rhône, France	2.3656	0.17	92.50	7.33					
" "	......	0.14	93.51	6.[illegible]					
Schwarzbach, Bohême	2.3438	1.05	88.05	10.90	62.0	28.5	6.3	1.5	1.7
Oural	2.1795	0.72	94.02	5.25	64.2	24.7	10.0	0.8	0.3

Weger, d'après Muspratte (Technische Chemie) donne les analyses suivantes du graphite de différentes localités :

ANALYSES

Localité	Cendres %	Carbone %	Expérimentateur
Borrowdale, Cumberland, Angl.	13.3	86.7	Kraster
" " "	16.6	53.4	Prinsep.
Ceylan en cristaux	1.2 à 6.00	94.0 à 98.8	
" purifié	18.5	81.5	"
" brut	3.9	96.1	Knapp
" en cristaux	28.4	72.6	Prinsep
Inde (de l'Hymalaya)	4.6	95.4	[illegible]
Bastletown, Pennsylvanie	37.2	62.8	"
Sibérie, Monts Alibert	3.4	96.6	Wagner
" "	3.8	96.2	
" "	8.5	91.5	"
" " (1ère qualité)	3.9	96.1	Weger
Schwarzbach, (Bohême)	12.5	87.5	Ragsky
Hafnerluden, Moravie	57.0	43.0	"
Rana, Basse Australie, brut	11.3	88.7	
" " purifié	51.1	48.7	"
" " pulvérisé	49.5	50.5	
" " brut pour creusets	73.7	26.3	"
Kaiserberg, Steirmark	57.8	42.2	Forstel
" pour creusets	35.6	64.4	"
Hafnerzell, près de Passau, Bavière	58.0	42.0	Ragsky
" "	65.1	39.4	Berthier
" "	52.9	47.1	Knapp
Wunsiedel, Bavière	0.33	99.77	Fuchs.

Le docteur Hoffman* donne la composition des graphites de Ceylan et de Ticonderoga comme il suit :

TABLEAU 9.

Localités	Densité Specifique	Matières Volatiles %	Carbone %	Cendres %
Ceylan, graphite de veine, prismatique	2.2671	0.158	99.792	0.050
Ceylan, graphite de veine, laminaire	2.2664	0.108	99.679	0.213
Ceylan, graphite de veine, prismatique	2.2546	0.900	98.817	0.283
Ceylan, graphite de veine, laminaire	2.2484	0.301	99.284	0.415
Ticonderoga, N. Y., graphite de veine laminaire	2.2509	1.191	96.656	2.153
Ticonderoga, N. Y., graphite de veine laminaire	2.2647	0.818	97.422	1.760

* Rep. Geol. Survey of Canada, 1876-77, page 507.

Le tableau 10 donne quelques résultats obtenus par Kretschmer.*

TABLEAU 10.

Localités	Matières Volatiles %	Carbone %	Cendres %
Ceylan..	5	62.5	32.5
Moravie..	3	53.0	44.0
Steirmark..	1.63	73.3	25.07
Bohême..	2.6	43.9	53.5
Bavière (Passau)..	3.49	42.67	53.8[illegible]

Ces chiffres sont les moyennes d'un grand nombre d'analyses de minerais de graphite et de graphites du commerce.

Dans certaines parties de la gangue la richesse en carbone du graphite de Ceylan de la meilleure qualité atteint 83.5 pour cent, et le graphite traité atteint 97.5 pour cent. Dans les mines de graphite de Bohême, on trouve, outre le graphite dur en masses, qui forme la plus grande partie des dépôts, un graphite très mou qui est employé à l'état naturel pour la fabrication des crayons et des creusets; sa richesse en carbone varie de 80 à 85 pour cent. A Schwarzbach, la mine Ida produit un graphite écailleux très fin dont la richesse en carbone atteint 90 à 95 pour cent; il n'est employé que pour la fabrication des creusets. Ce graphite naturel, là où il se rencontre ne forme que 15 à 20 pour cent de la masse totale exploitable.

F. R. Ragsky donne l'analyse des cendres des graphites de Schwarzbach, Passau et Hafnerluden que voici:

TABLEAU 11.

COMPOSITION DES CENDRES.

Localités	Cendres	Silice	Oxyde de fer	Alumine	Chaux
Schwarzbach, 1ère qualité ..	12.5	5.1	1.2	6.1	0.[illegible]
Passau, commercial	58	26.4	6.5	25.1	
Hafnerluden..	57	49.2	0.8	7.0	

Voici en outre quelques analyses intéressantes groupées d'après la provenance des échantillons:

Italie: Sesini** donne comme il suit l'analyse de deux échantillons de Monte Pisano.

* Donath, der Graphie, 1904, page 73.

† Jahrb. Geol. Reichsanst. 1854 parge 201.

** Gazz. chim. ital., 1895, page 25.

TABLEAU 12.

	I	II
Eau hygroscopique	5.52	1.95
Carbone graphitique	48.88	18.67
Eau et hydrogène (chimiquement combinés)	2.65	1.83
Cendres	42.95	77.55

Angleterre: **Un graphite de Borrowdale contenait 88.37% de carbone, 1.23% d'hydrogène et 9.8% de cendres; celles-ci renfermaient: 5.1% de silice, 1% d'alumine et 3.6% d'oxyde de fer.**

TABLEAU 13.

SIBERIE *

Localités	Carbone	Silice	Oxyde de fer.	Alumine	Chaux et Magnésie	Matières Volatiles	Soufre	Expérimentateur.
Stepanovsky—Mine I..	36.06	37.72	4.02	17.8	1.20	3.20	Trace	Kern*
Stepanovsky—Mine II.	33.20	43.20	3.05	15.42	4.03	4.03	0.04	Kern*
Monts Batougal	38-40	38-40	4-5	13-14	1-2.8	1.2-3	...	Hepworth Collins*

* Donath, Ibid, pages 71-75.

Groënland: Nordstrom a analysé le graphite de Karsok sur un échantillon pris dans une veine de 8 à 10 pouces d'épaisseur dans de l'argile, du sable et un conglomérat; il a trouvé, après dessication à 120 C., 93.7 à 97.7% de carbone, 0.7% d'hydrogène et 4.9% de cendres.

Bohême: Kretschmer a donné la composition moyenne suivante des différents graphites de Bohême:

TABLEAU 14.

I.—GRAPHITES NATURELS.

	Carbone	Cendres	Matières Volatiles
Mines de Mugrau..	33.308	65.985	0.707
Mines de Schwarzbach -			
Dur..	51.629	47.255	1.116
Mou..	66.021	32.904	1.075
1ère qualité, naturel..	87.597	11.315	1.088

II.—GRAPHITES PURIFIES.

	Carbone	Cendres	Matières Volatiles
Mugrau 1..	96.125	2.605	1.270
" 2..	84.388	15.192	0.420
3..	66.150	33.717	0.133
4..	60.927	38.493	0.580
5..	59.212	40.612	0.176
" 6..	59.089	40.473	0.438
" 7..	48.395	50.830	0.775
8..	52.453	47.547	
" 9..	50.963	49.037	
" 10..	49.058	50.942	
11..	48.771	51.229	
12..	47.801	52.199	

Le tableau suivant donne l'analyse complète de deux graphites de Bohême:

TABLEAU 15.

	C	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	CuO	FeS^2	MnO
Mugrau. . . . . .a...	65.75	15.30	8.86	2.28	....	1.89	.
" . . . . .b...	61.65	14.64	8.38	2.30	....	6.96	....
Schwarzbach. . . . . .c...	57.35	21.07	8.57	6.19	0.01	0.79	traces
. . . . . .d...	49.99	26.92	9.65	4.94	traces	0.65	traces

	CaO	MgO	K²O	Na²O	H²SO⁴	H³PO⁴	H²O
Mugrau . . . . a . . .	0.60	0.74	1.47	0.18	0.08	0.072	2.5[illegible]
" b . . .	0.26	0.48	1.49	0.26	traces	0.046	3.5[illegible]
Schwarzbach . . . . . . c . . .	0.23	0.53	0.44	0.04	0.72	0.16	3.6[illegible]
d . . .	10.1	1.03	1.545	0.105	1.12	0.08	2.6[illegible]

Le graphite de Hardtmuth employé pour la fabrication de l'acier Bessemer a la composition suivante d'après Von Zuptner (la composition des cendres est donnée pour cent de cendres).

Carbone	Cendres	Composition des Cendres. Silice	Oxyde de fer et Alumine.	Chaux	Alcalis.
83.77	16.23	45.96	52.04	1.91	.09

Styrie: C. Von Hauer et C. John* ont analysé plusieurs échantillons de graphite de Rottenman. Ceux-ci contenaient respectivement 86.0, 27.4 et 26.6% de cendres et 14.0, 72.6 et 33.5% de carbone. Dans d'autres échantillons de même provenance la composition des cendres a été trouvée telle que l'indique le tableau 16.

TABLEAU 16.

No.	Cendres pour cent	SiO²	Fe²O³	Al²O³	CaO	S
1. . . .	32.5	21.50	1.75	7.50	1.25	0.31
2. . . .	60.9	27.50	5.00	25.50	2.50	0.24
3. . . .	73.8	39.50	4.00	6.75	2.25	0.38
4. . . .	53.2	33.50	11.50	5.75	2.50	traces
5. . . .	24.9	17.00	3.50	3.25	traces	0.22
6. . . .	60.0	39.50	7.24	11.75	1.50	0.38
7. . . .	31.0	21.50	3.50	4.25	1.25	traces

Cinq échantillons de la mine de von Mayr, analysés par le docteur Margoshes,† ont donné les résultats suivants:

* Jahrbuch der Geol. Reichsanstalt 25-159.
† Laboratoire de Géologie de l'Académie de Brunn.

TABLEAU 17.

	I	II	III	IV	V
Carbone..	70.15	23.7	64.6	72.9	72.5
Eau (hygroscopique et chimiquement combinée)	6.32	5.07	5.97	4.32	4.36
Soufre..	0.09	0.52	0.10	0.16	0.11
Cendres..	23.53	71.23	29.43	22.78	23.14
Composition des cendres					
Silice..	14.10	35.35	17.03	13.97	14.88
Oxyde de fer et alumine..	7.23	28.60	10.31	7.36	[illegible]
Chaux..	0.16	0.50	0.40	0.26	0.22
Magnésie..	0.27	1.50	0.45	0.35	0.40
Alcalis..	0.83	5.28	1.24	0.84	0.61

Moravie: Le professeur Hoenig de l'université de Brunn a analysé un certain nombres de graphites de Moravie et en a donné la composition suivante :

TABLEAU 18

Localités.	H_2O	C	SiO_2 et Al_2O_3	CaO	MgO	S	SO_3	Alcalis
Petrov . . .	9.75	26.52	17.81	2.50	7.07	0.57	0.00	
Loota. . . .	5.41	7.69			4.11	0.06	0.46	2.04
Lichotin, près de Kunstadt	9.73	28.14	20.86	Traces	11.08	1.19	0.0	
Krenov.	5.57	46.62	16.42	Traces	0.77	0.03	0.80	3.82
Gross-Tressing.								
terreux .	3.02	36.98	17.96	0.57	0.93			4.79
laminaire .	5.93	52.33	9.98	0.68	1.88	0.12		
pulvérisé. . . .	4.76	34.41	22.0	0.98	Traces	0.06	0.21	4.74
purifié. . .	3.04	38.02	22.71	0.36	0.45	0.12	0.31	4.13

Nouvelle Galles du Sud : Les analyses suivantes d'échantillons de graphite ont été faites à différentes époques au laboratoire du ministère des Mines à Sydney.*

TABLEAU 19

Date	Localité.	Description du minéral.	Carbone	Cendres	Humidité	Silice	Alumine	Chaux
1888	Grafton	Graphite feldspathique.	46.28	....	8.77	27.96	15.93	0.96
1888	Mudgee.	Plombagine et argile.	34.40	58.25	7.35			....
1890	Undercliff	Graphite inférieur.	31.76	59.58	8.66			
1890	Undercliff.	Graphite inférieur	28.60	63.50	7.90			
1894	New England.	Argile graphitique.	33.82	58.84	7.33			
1895	Fairfield.	Graphite	47.12	46.27	6.61			
1895	Hillgrove.	Graphite disséminé une roche tendre	12.41	75.68	11.88			

* Mineral Resources of New South Wales by E. Pittman, 1901, page 372

CHAPITRE V.

QUALITES DES GRAPHITES AU POINT DE VUE COMMERCIAL.

Les applications des graphites varient avec leurs propriétés morphologiques et physiques et aussi avec leur composition chimique (proportions du carbone et des cendres et composition de celles-ci). On peut en former trois groupes:

1. Fabrication des creusets et des objets réfractaires.
2. Fabrication des crayons.
3. Fabrication des lubrifiants et des peintures.

Pendant longtemps on a cru que pour la détermination de la valeur commerciale des graphites plus ou moins impurs qu'on emploie surtout dans la fabrication des objets réfractaires, la quantité de carbone importait seule; en réalité, la richesse en carbone n'intervient que parce que le graphite étant l'élément le plus important dans la fabrication des creusets, la quantité que ceux-ci en contiennent ne doit pas descendre au dessous d'une certaine limite.

A ce sujet, C. Bishop,* dont l'opinion fait autorité sur les questions relatives aux argiles et terres réfractaires pose les principes suivants:

1. Quand on se sert du graphite associé à l'argile réfractaire pour la fabrication des creusets, la richesse en carbone ou en composés carbonés n'est pas essentielle. Il n'y a pas de quantité fixe de carbone ou d'autre substance (dans de certaines limites) qui soit indispensable.

2. Cela dépend de la quantité des ingrédients secondaires et surtout de la richesse en alumine comparée à la proportion des fondants.

3. La qualité du carbone, sa combustibilité plus ou moins grande, ont seulement une importance secondaire. Toutes proportions égales, la qualité du carbone indique la valeur du mélange.

4. L'analyse chimique en général a la plus grande importance car elle donne des renseignements très sûrs. Si deux analyses donnent des resultats équivalents il faut alors essayer les mélanges au feu.

5. On devrait faire l'analyse et l'essai au feu dans tous les cas comme contrôle, même quand ils ne sont pas indispensables l'une et l'autre. Leur concordance prouve leur exactitude.

Pour la fabrication des creusets il faut que le graphite soit pratiquement exempt de composés susceptibles de diminuer la résistance aux hautes températures de l'argile réfractaire. A ce sujet, on peut remarquer

* Dinglers Polyt. Journal, CCIV, 139.

que le graphite de qualité inférieure peut être avantageusement remplacée par le charbon des cornues

La richesse en carbone à elle seule n'indique nullement la valeur d'un graphite, car celle-ci dépend, pour la fabrication des creusets du degré de cristallisation, c'est-à-dire de la quantité plus ou moins grande de lamelles.

Les graphites de Ceylan et de Mariinskoi sont non seulement laminaires, mais fibreux (au point de rappeler le bois) ou prismatiques; ce n'est que la variété laminaire qui peut être employée pour les creusets de bonne qualité. La nature et la composition des cendres, la facilité de combustion sont étroitement unies et la résistance au feu dépend de la qualité des éléments secondaires et en particulier de la quantité d'alumine comparée à la proportion des fondants.

Stingle* donne les qualités requises d'un graphite comme il suit

Les graphites employés comme peinture doivent être amorphes ou terreux comme ceux de Bohême ou comme les graphites purifiés. Pour la fabrication des creusets, il faut considérer outre la nature et la composition des cendres, la résistance au feu et la structure laminaire du graphite; il est en effet bien établi que le graphite laminaire résiste au feu plus longtemps que le graphite amorphe; il empêche les fissures ce qui peut s'expliquer par le fait que la division facile des lames sous l'influence des changements de température prévient la rupture de l'argile qui les cimente.

En ce qui concerne l'application des graphites compacts, terreux et amorphes à la fabrication des creusets, Weinschenk† remarque que beaucoup de creusets ainsi faits sont actuellement employés dans l'industrie de l'acier et que ce graphite sert aussi pour enduire les moules dans les fonderies; mais les creusets en question ne possèdent nullement les avantages de ceux qui sont faits avec du graphite laminaire. On les emploie cependant dans la fabrication de l'acier car bien peu de creusets, étant données les hautes températures auxquelles on les soumet, pourraient supporter plus de deux ou trois fontes, tandis que la différence de prix entre le graphite amorphe et le graphite laminaire est très grande (ce dernier coûte de 5 à 10 fois plus que le premier). En général, les creusets de graphite amorphe ne peuvent supporter plus d'une ou deux fontes.

La différence qui existe dans la qualité des creusets obtenus avec l'une ou l'autre variété de plombagine peut d'après Weinschenk varier du simple ou décuple. La chose s'explique aisément: la graphite laminaire bien mélangé à l'argile forme une espèce de feutrage qui augmente la solidité de l'argile; d'autre part la facilité avec laquelle les lamelles peuvent glisser les unes sur les autres donne au creuset un degré élevé d'élasticité qui le rend très résistant aux changements brusques de tem-

* Berliner Berichte, 1873, page 391.
† Donath, der Graphit, 1898.

pérature. Quand on emploie du graphite amorphe ou terreux, celui-ci se mêle plus intimement à l'argile sans produire de feutrage et la résistance du creuset aux fissures est faible. On comprend dès lors pourquoi le gra phite lamellaire de bonne qualité est recherché. La plombagine de Ceylan qui est mise sur le marché à l'état naturel et présente une grande pureté a donc une très grande valeur, que l'importance des gisements rend en core plus sensible. On peut exploiter avec profit des roches qui co nent de 5 à 15 pour cent de graphite de cette nature comme on le fait Passau ou aux États-Unis. Au sujet de la structure du graphite de Ceylan et de Passau on doit dire qu'outre les variétés lamellaires on rencontre aussi dans ces régions une forme prismatique avec des lamelles disposées parallèlement et radialement, les prismes ou lames ainsi formées étant souvent brisées. Les dépôts des environs de Passau ne sont exploités que pour la fabrication des creusets; la richesse en graphite du minerai varie beaucoup, ainsi que la dimension des lamelles; ces variations augmen tent quand on se rapproche de la paroi de granite. Dans le graphite de Passau les lamelles sont séparées du graphite terreux qui y adhère par un traitement approprié et on obtient un graphite purifié, très employé pour les creusets et dont la composition est la suivante: carbone 62.8 pour cent, cendres 33.8 pour cent et matières volatiles 3.4 pour cent. Par ce traite ment, d'après H. Putz, on obtient sur tout le produit de la mine 27.7 pour cent de lamelles de graphite avec 26.7 de cendres; un autre traitement au pétrole brut donne 63.8 pour cent de lamelles avec 17.4 pour cent de cen dres. La quantité de lamelles dépend d'ailleurs de la texture plus ou moins lâche de la masse. Les qualités de résistance au feu du graphite purifié de Passau et en général des graphites à creusets augmentent, d'a près Putz avec la richesse en cendres. Elles dépendent du squelette sili cieux de la lamelle, celui-là gardant la forme de celle-ci dans les cendres.

En jugeant un graphite au point de vue de son utilisation dans les creusets, H. Putz,* considère la combustibilité du graphite comme très importante, tandis qu'il ne regarde la composition des cendres que comme secondaire.

Le tableau suivant donne des essais comparatifs faits sur la combus tibilité de différentes espèces de graphite ayant même dimension de grain

* Jahresberichte des naturhistorischen Vere. — Passau, 1886.

TABLEAU [illegible]

N°	Matières Volatiles	Carbone	Cendres	Perte par [illegible] du graphite exempt de matières volatiles [illegible] en partie d'un même poids de carbone: 1 heure	2 heures	3 heures	4 heures	Nombre d'heures [illegible] à [illegible] constant de cendres
[illegible]	0.0	97.5	2.5	89.71	[illegible]	100	100	
2.	7.5	83.5	9.0	71.[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
3.	5.0	62.5	32.5	61.[illegible]	61.[illegible]	[illegible]	[illegible]	
5	0.0	100.00	Traces	91	[illegible]	87.[illegible]	[illegible]	[illegible]
4.	0.0	85.00	15.00	63.[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]

No 1.—Graphite de Ceylan de qualité supérieure.
No 2.—Graphite de Ceylan de très bonne qualité.
No 3.—Graphite de Ceylan de qualité ordinaire.
No 4.—Graphite de Bavière, purifié.
No 5.—Graphite de Bavière, débarassé de cendres à l'aide de l'acide fluorhydrique.

Il semble que le graphite de Bavière soit plus réfractaire que celui de Ceylan. Il est remarquable que la combustibilité du carbone est considérablement diminuée par la présence des cendres, de telle façon qu'en jugeant la qualité d'un graphite à creusets, la richesse en carbone n'est pas un critérium décisif.

Contrairement au minerai de Passau, les graphites de la Bohême méridionale sont compacts et amorphes, et rarement laminaires; les gisements sont aussi plus importants et d'une plus grande étendue. La variété amorphe pour être utilisable doit donner au-delà de 45 pour cent de carbone; on en rencontre parfois qui en contient 70 pour cent. On ne trouve 80 à 85 pour cent que dans le graphite "gras" des mines de Schwarzenberg; ce dernier est mou, friable, très fin et laminaire. C'est le meilleur graphite qu'on ait maintenant pour la fabrication des crayons. L'épaisseur de ce dépôt contenu entre des couches de graphite de moindre valeur est considérable et s'étend loin, si bien que ce gisement se trouve un des plus beaux qu'on ait découvert jusqu'ici.

Parmi les nombreuses qualités de graphite qu'on rencontre dans le commerce on peut citer le graphite "métallifère", très mou et donnant un trait noir pur; on l'emploie beaucoup dans la fabrication des crayons. Il y a d'ailleurs peu de dépôts qui fournissent ce graphite, car beaucoup des gisements où se trouve du graphite pur ne peuvent être utilisés, tandis qu'un très petit nombre de graphites purifiés ont les qualités requises pour produire de bons crayons. Le graphite à crayons doit non seulement être très pur mais il doit aussi posséder des propriétés physiques spéciales. La dimension des lames est particulièrement importante. Le graphite très compact a naturellement un grand pouvoir colorant mais la trace qu'il donne sur du papier est pâle et la poudre adhère moins bien que celle du graphite métallifère. D'autre part les graphites à lamelles grossières ne sont pas utilisables dans les crayons car les lames sont plus ou moins onctueuses à la surface et donnent un graphite qui glisse sur le papier sans y laisser de trace autre que quelques fines lamelles extrêmement petites et d'un vif éclat. A moins donc que la substance ne soit finement pulvérisée et bien homogène, chaque lamelle fera glisser le crayon sur le papier sans laisser de marque.

D'autre part le graphite est si peu cassant qu'il résiste fort bien aux chocs et ne se pulvérise qu'avec beaucoup de difficultés; il est, en effet, beaucoup plus facile de briser un diamant qu'une lamelle de graphite,

bien que le premier soit infiniment plus dur. On ne peut donc employer pour la fabrication des crayons que les variétés homogènes, fines et laminaires. Le graphite grossier cristallin qui se rencontre souvent en larges masses en beaucoup d'endroits, et la variété terreuse et amorphe ne sont pas utilisables à cette fin.

On a fait des essais, basés sur certaines réactions du graphite grossier cristallin dans le but d'utiliser celui-ci qui est meilleur marché. Comme on l'a déjà vu, ce graphite traité avec de l'acide nitrique et chauffé augmente de volume et donne des fibres vermiformes, appelées d'après celui qui les a trouvées "graphite de Brodie". Le volume de celles-ci est cent fois le volume du graphite primitif et elles sont formées de particules très fines et de lamelles de graphite compact. Ce dernier malheureusement contient de larges lamelles en plus ou moins grande quantité, et leur présence rend le graphite de Brodie, bien que très pur, inutilisable pour les crayons.

D'après Weinschenk, on ne fait de bons crayons qu'avec du graphite fin, laminaire et provenant de gisements naturels qui ont d'autant plus de valeur qu'ils sont plus purs et plus homogènes. Le prix payé pour cette espèce de graphite n'a d'ailleurs qu'une importance secondaire étant donnée la petite quantité qu'on en emploie surtout si on la compare à celle qu'exige la fabrication des autres objets en graphite. La fabrication des crayons n'absorbe aujourd'hui, dans le monde entier, que 4 pour cent de la production totale.

Knapp* s'exprime ainsi au sujet des applications du graphite:

Le graphite que l'on peut utiliser pour la fabrication des crayons est très rare; le meilleure à ce point de vue a sans doute été celui de Borrowdale, Cumberland, qui avait une grande réputation. Cette qualité ne tient pas d'ailleurs à la pureté du minéral, mais à son grain et à sa structure; en effet le graphite de Ceylan malgré sa pureté ne peut être utilisé pour la fabrication des crayons. Dans cette industrie on ne peut employer qu'un graphite très fin, granulaire, friable et plus ou moins terreux, tandis que le graphite laminaire et micacé est la seule espèce qu'on puisse utiliser dans la fabrication des creusets.

Kretschmer ne recommande pour la fabrication des crayons que les variétés à très fines lamelles, tandis que les espèces les plus communes qu'on rencontre un peu partout sous forme de grandes lames ou de masses terreuses ne doivent pas être employées, d'après lui. Dans ces conditions, le minerai a d'autant plus de valeur qu'il est plus pur. Les mines de Borrowdale étant épuisées et celles de Mariinskoi en Sibérie étant fermées par suite de difficultés avec le gouvernement russe, les mines de Schwarzbach en Bohême, sont la seule source à laquelle s'alimentent les fabriques

* Percy-Knapp, Métallurgy, Vol. I, page 230.

de crayon de Nuremberg et de Vienne, aussi bien que celles de France et d'Angleterre.

Le beau graphite laminaire des mines de Borrowdale a produit pendant longtemps les meilleurs crayons anglais; on n'employait que les déchets pour la fabrication des creusets. Le graphite des mines Mariinskoi (graphite Alibert) est encore meilleur pour la fabrication des crayons car il est pour la plus grande partie grenu ou finement laminaire et d'une grande pureté; on y rencontre aussi des agrégats fibreux et prismatiques fort beaux.

Le graphite de Ticonderoga est quelquefois si pur naturellement qu'il peut être employé avantageusement comme lubrifiant pour toutes sortes de machines et d'appareils, mais surtout pour les moteurs à grande vitesse; par comparaison avec les autres lubrifiants on prétend qu'il permet de réaliser une économie de 30 à 40 pour cent. Beaucoup de graphites du commerce ne peuvent être employés dans ce but par suite de la présence de quartz et de silicates.

Pour la fabrication de crayons, lubrifiants, creusets et accessoires électriques de bonne qualité, il est essentiel d'employer du graphite presque pur. Pour la peinture et les enduits de fondeurs, la pureté n'est pas aussi importante et on peut employer les variétés cristallines.

L'usage du graphite comme lubrifiant s'est beaucoup généralisé et il en existe de nombreuses marques dans le commerce. On donne de nombreux arguments en faveur de son emploi. De fait, le graphite remplit d'une manière permanente les irrégularités et rugosités de la surface métallique et la rend uniforme; il diminue la résistance à la friction; il n'est pas influencé par le degré de chaleur que peut atteindre un coussinet ou un cylindre, n'est pas décomposable par les corps avec lesquels il peut se trouver en contact, et n'attaque pas les métaux. Pour avoir ces qualités il doit naturellement être exempt de particules dures ou d'oxyde de fer.

Qualités des Graphites Canadiens.

En ce qui concerne l'adaptabilité des graphites canadiens à la fabrication des creusets ou à celle des crayons, il est certain que la nature cristalline et la pureté de certaines variétés permettent de les employer à ces deux fins. Le professeur Bischof de Wiesbaden, Allemagne, un expert bien connu sur les matières réfractaires a fait une série d'études sur des échantillons provenant de la mine Black Donald, comté de Renfrew, et il a comparé ce minerai au graphite de Ceylan et de Passau, employé pour la fabrication des creusets. Les résultats ont été les suivants:

Echantillon 1.—Structure massive et compacte, faite de fines lamelles microscopiques. Couleur gris d'acier foncé avec éclat semi-métallique sur une cassure fraîche, et métallique sur les surfaces défraîchies. Aucune

impureté organique. Dans le tube fermé donne un peu d'eau, juste assez pour former un brouillard. Sous l'action d'acide chlorhydrique donne une poudre noire plutôt amorphe que cristalline.

Echantillon 2.—Graphite laminaire obtenu par tamisage de graphite massif pulvérisé. La structure de ceh[illegible] massive, mais formée de lames grossières et épaisses arrangées pl[illegible]ins radialement. Couleur gris foncé avec éclat métallique. La calci[illegible]ne une partie des impuretés de la masse primitive. Chauffé dans le [illegible] fermé donne de l'eau et de l'anhydride carbonique.

Echantillon 3.—Graphite laminaire formé de minces lamelles et de graphite compact. Contient de minces filons de substances étrangères.

Les essais au feu ont donné les résultats suivants:

L'échantillon 2, d'après deux essais, est au moins égal au graphite de Ceylan. L'échantillon 3, vient après et peut être placé avant le graphite de Passau, mais n'est pas égal, à beaucoup près, au graphite de Ceylan. L'échantillon 1 n'est supérieur que de peu au graphite de Passau.

Une série d'essais comparatifs de graphite de Ceylan et de graphite canadien au point de vue de leur combustibilité a été faite par le docteur Hoffmann* et a donné les résultats suivants:

"La méthode employée était basée sur la différence des pertes dans l'échantillon essayé, par comparaison avec celle de l'échantillon de Ceylan pris comme témoin, la combustion étant faite dans les mêmes conditions.

"Dans le choix des différents graphites, on a cherché à les prendre semblables en ce qui concerne le pourcentage des cendres et c'est pourquoi on a toujours choisi les échantillons les plus purs qu'on pouvait obtenir. Le pourcentage des cendres a été déterminé après calcination et les corrections nécessaires ont été faites ensuite. Les échantillons ont tous été chauffés avant l'essai de façon à en éliminer les matières volatiles afin d'éviter cette source d'erreur dans l'évaluation du carbone. La finesse de mouture était la même pour tous les échantillons.

* Report Géolog. Survey of Canada, 1876-77, page 489.

TABLEAU 21.

Localité.	Densité spécifique.	Matière Volatiles	Pourcentage Carbone.	Cendres	Combustibilité relative Méthode 1	Méthode 2	Méthode 3
1—Graphite en veine de Ceylan, laminaire.. ..	2.2661	0.108	99.679	0.213	1.00	1.00	1.00
2—Graphite en veine de Ceylan, prismatique . .	2.2546	0.900	98.817	0.283	1.02	1.00	1.01
3—Graphite en veine de Ceylan, laminaire. . ..	2.2184	0.301	99.284	0.415	0.98	1.01	0.99
4—Graphite en veine de Ceylan, prismatique.	2.2671	0.158	99.792	0.050	1.25	1.25	1.25
5—Canada, Buckingham, laminaire disséminé			. .	.	.	1.02	1.02
6—Canada, Buckingham, laminaire disséminé			.....	. ..	1.01	1.02	1.01
7—Canada, Buckingham, en veine laminaire	2.2689	0.178	99.675	0.147	0.99	1.01	1.00
8—Canada, Buckingham, en veine prismatique	2.2679	0.594	97.626	1.780	1.00	1.02	1.01
9—Canada, Grenville, en veine laminaire..	2.2714	0.109	99.815	0.076	1.01	1.03	1.02
10—Canada, Grenville, en veine prismatique..	2.2659	0.108	99.757	0.135	1.12	1.12	1.12
11—Ticonderoga, E. U., en veine laminaire .	2.2599	1.191	96.656	2.153	1.02	1.00	1.01
12—Ticonderoga, E. U., en veine laminaire	2.2647	0.818	97.422	1.760	1.01	1.00	1.00

"En choisissant l'échantillon témoin on pouvait hésiter entre 1 et 3; ce dernier cependant étant le plus cher, il a paru qu'il ne serait jamais employé dans la fabrication des creusets au même degré que le premier et on a préféré celui-ci. Les chiffres donnés sous les en-têtes "méthode 1" et "méthode 2", sont la moyenne de deux essais concordants; ils représentent la quantité de graphite brûlée par comparaison à 1.00 du graphite témoin (Ceylan) quand on le chauffe dans les mêmes conditions. On peut ajouter qu'en apparence le graphite de Ceylan était absolument identique au graphite canadien; à l'exception de l'échantillon 4 qui était très différent de tous les échantillons canadiens; le seul de ceux-ci qui s'en rapprochât un peu était le No 10 et ceci seulement dans une partie, le reste de l'échantillon ayant une structure beaucoup plus grossière. Comme on le remarquera, ces deux échantillons sont les plus combustibles de toute la série. Il semble y avoir une certaine relation, et peut être même une relation intime entre la combustibilité d'un graphite et sa résistance à la pulvérisation; ceux qui sont le plus combustible se pulvérisent plus facilement.

"De ces expériences, on peut conclure qu'au point de vue de la combustibilité le graphite canadien peut se comparer parfaitement au graphite de Ceylan; il n'est donc en aucune façon inférieur à celui-ci pour la fabrication des creusets, en laissant de côté la proportion et la nature des impuretés qui s'y rencontrent.

"En ce qui concerne le graphite disséminé, il faut dire qu'il contient plus ou moins de carbonate de chaux et d'oxyde de fer et qu'on doit éliminer ces impuretés par un nettoyage ou par un traitement mécanique, au moins pour la plus grande partie, si on désire employer ce graphite pour la fabrication des creusets.

"Les échantillons 5 et 6 pulvérisés ont été traités à l'acide chlorhydrique sous l'influence de la chaleur et la liqueur obtenue contenait de grandes quantités de chaux et de fer, tandis que le pourcentage d'impuretés était insignifiant, et que le graphite donnait très peu de cendres, en quantité insuffisante pour en empêcher l'utilisation dans les creusets. Le tableau ci-joint montre que le graphite en question peut se comparer favorablement avec celui de Ceylan."

Comme autre preuve de la qualité du graphite canadien pour la fabrication des creusets, on peut citer le fait suivant: il y a deux ans, 65 tonnes de minerai laminaire provenant des gisements de Calumet (Grenville) ont été envoyées à la "Globe Refining Co." de Jersey City, N. J., pour être purifiées et le produit, environ 30 tonnes a été vendu aux plus grands fabricants de creusets en Angleterre, en Allemagne et aux Etats-Unis, qui l'ont déclaré égal au meilleur graphite de Ceylan, cette vente a donné lieu à beaucoup de demande de la part des acheteurs et d'autres manufacturiers.

Quant à l'emploi du graphite canadien pour les crayons, des essais ont montré que plusieurs variétés de Buckingham et autres localités sont propres à la fabrication des crayons de bonne qualité. Quelques unes de ces variétés ont non seulement une grande pureté naturelle, mais encore les propriétés physiques qui les font rechercher dans ce but. L'auteur a fait des essais avec différents minerais à une grande fabrique de crayons de Nuremberg, Allemagne, et ces essais lui ont prouvé que certaines variétés par suite de la finesse de leurs particules cristallisées donnent des crayons qui se comparent très favorablement avec les bons crayons en graphite de Bohême.

Le graphite employé par l'auteur contenait de 85 à 97 pour cent de carbone après que le carbonate de chaux et les autres impuretés eurent été enlevés par l'acide chlorhydrique.

Comme lubrifiant, le graphite canadien est bien connu dans le commerce et il n'est pas nécessaire de s'y attarder; il suffit de dire que sa pureté et l'uniformité de ses lamelles, dans l'état où on l'obtient maintenant dans les usines canadiennes, le place au premier rang parmi les graphites lubrifiants, cependant, si nombreux; ceci est prouvé par le fait que les produits canadiens sont vendus aux prix les plus élevés.

CHAPITRE VI.

DETERMINATION DE LA VALEUR DES GRAPHITES.

Dans la plupart des cas, la valeur du graphite dépend surtout de sa richesse en carbone, et il suffit de déterminer celle-ci. Dans certains cas, il peut être nécessaire de connaître la quantité de cendres et aussi la composition de celles-ci en fondants c'est-à-dire, en oxyde de fer, métaux alcalins et alcalino-terreux. De plus, quand il s'agit de graphite pour la confection des creusets employés dans la fabrication de l'acier, il est essentiel qu'il ne contienne que très peu de soufre, et la quantité de celui-ci, s'il existe, doit être connue.

Les qualités les plus ordinaires de graphite du commerce sont souvent falsifiées avec de la poussière de charbon. On peut déceler cette fraude par l'essai suivant: On mélange 25 centigrammes de graphite en poudre avec 15 cc. d'acétone dans un tube à essai et on laisse reposer de 10 à 15 minutes. Du graphite pur se déposera en laissant un liquide clair et incolore, tandis que de la poussière de coke donne une liqueur grise et reste longtemps en suspension; l'anthracite donne une couleur brun clair et se dépose plus rapidement, et la houille grasse donne une couleur brun foncé à l'acétone. Parties égales d'acide acétique glacial et d'acide sulfurique donnent les mêmes résultats.

La molybdénite et le graphite se ressemblent beaucoup surtout quand ils sont disséminés dans la roche. Ils sont tous deux mous et ont une apparence graisseuse et on les rencontre en la elles très fines aussi bien qu'en larges masses laminaires. On peut facilement distinguer les larges lamelles par leur couleur car la molybdénite est gris de plomb bleuâtre tandis que la couleur du graphite varie d'un gris d'acier foncé au noir mat. Mais lorsqu'on les rencontre en petites écailles, souvent on ne peut pas les distinguer ainsi. Un des essais les plus faciles consiste à mêler de la roche pulvérisée qui contient le minéral à déterminer avec du nitrate de potassium sur une plaque de platine et à chauffer. Le graphite brûle avec de petites explosions, comme des grains de poudre tandis que la molybdénite demeure intacte. On peut déceler ainsi de faibles quantités de graphite dans une roche.

Dosage du carbone par combustion.

Bien qu'il y ait de nombreuses méthodes simples et exactes pour doser le carbone, certaines difficultés se présentent dans le cas du graphite par s... de la haute température à laquelle la combustion du carbone y prend

place, et cela, même en présence d'un grand excès d'oxygène et d'air; il est nécessaire d'employer l'oxygène pour les déterminations rapides.

Si on calcule le carbone d'après la perte en poids après combustion il est important de tenir compte des règles suivantes:

1. En présence d'eau hygroscopique chimiquement combinée, le graphite doit être chauffé à 150°C et la perte ainsi obtenue doit être déduite de la perte totale en poids après calcination.

2. Le graphite cristallin peut contenir du carbonate de calcium. Pendant la calcination l'anhydride carbonique se dégage et par suite la richesse en carbone trouvée sera trop élevée. Il est donc nécessaire de déterminer cette quantité d'anhydride carbonique et de la déduire du total des pertes.

3. Si il y a des pyrites de fer, le soufre disparait pendant le grillage et le fer s'oxyde. Comme 240 parties de pyrite donnent 16. parties d'oxyde de fer, il faut tenir compte de cette perte si on ne veut pas augmenter indûment la richesse en carbone.

La présence d'hydrogène, d'oxygène ou d'azote dans le graphite a aussi une influence sur le résultat final mais ces gaz y étant généralement présents en quantités très limitées, on peut, au point de vue pratique, négliger cette source d'erreur.

4. Beaucoup de graphite laissent des cendres fusibles qui enveloppent les fines particules de carbone; celles-ci ne sont plus alors en contact avec l'oxygène et cessent de brûler. Ces graphites ne peuvent être analysés par cette méthode, et on doit, dans leur cas, avoir recours à d'autres procédés.

Le pourcentage des composés minéraux est trouvé par différence quand on connait les quantités de carbone, d'eau hygroscopique et d'eau chimiquement combinée que le minerai contient. Si on désire trouver directement ce pourcentage, il suffit, la plupart du temps, de placer une petite quantité de graphite en poudre (0.5 grammes) dans un creuset de platine et de l'exposer à la flamme d'un Bunsen dans un courant d'air. F. Stolba* recommande un creuset avec couvercle portant un trou de 5 millimètres de diamètre. Le creuset est penché et le couvercle est placé de manière à laisser libre un quart de l'orifice. On facilite la combustion du graphite en changeant occasionnellement la surface du minéral en faisant tourner le creuset ou en remuant avec un fil de platine. L'opération exige 3 à 4 heures et le poids du creuset de platine est sujet à changer pendant ce temps; il est donc important de peser le creuset au commencement et à la fin de l'expérience. Si on dispose d'un moufle on peut se servir d'une capsule de platine chauffée au rouge dans ce moufle. Cette méthode permet l'incinération de grandes quantités de graphite et est surtout à recommander quand on désire ensuite analyser les cendres.

* Dinglers Polyt. Journal CXCVIII, 213; Fresenius, page 718.

Si le graphite contient du carbonate de calcium, l'anhydride carbonique se dégage; on peut le recombiner aux cendres en les mouillant à plusieurs reprises avec du carbonate d'ammonium en solution concentrée, en séchant chaque fois et en chauffant doucement. Lorsque le minerai contient du sulfure de fer ou de l'hydrate ferrique, la perte des cendres par calcination ne peut pas être ainsi compensée.

Stolba† propose de brûler le graphite en présence d'argent granulé (obtenu par réduction du chlorure d'argent). Il prend 2 grammes de graphite, y ajoute un gramme d'argent finement granulé et calcine le tout dans une capsule de platine de 5 à 6 centimètres de diamètre sur un brûleur Bunsen. Afin de faciliter la circulation de l'air le couvercle de platine est incliné. Après 15 minutes on cesse de calciner et après refroidissement on mélange bien la masse, puis on calcine de nouveau jusqu'à ce que tout le graphite ait disparu. L'addition d'argent facilite la combustion du graphite. Pendant la calcination il faut faire attention que l'argent ne fonde pas, ce qui causerait la perforation de la capsule.

M. F. S. Hyde donne sa méthode dans "Mineral Industry", 1900, page 380. La voici:

"Si l'on désire éliminer la méthode compliquée par combustion et dosage de l'anhydride carbonique, il ne reste qu'à choisir entre l'oxydation au creuset (ou au moufle) et la fusion avec la potasse caustique. Dans la première on détermine la perte par oxydation et dans l'autre on obtient le graphite à l'état pur et on le pèse. Chacune de ces méthodes a ses avantages, mais dans les usines la première a celui de permettre l'essai au feu du graphite et de vérifier la possibilité de l'employer en métallurgie.

"Dans la méthode par calcination au creuset, il faut tenir compte de l'eau hygroscopique et combinée, du soufre et des matières organiques volatiles. On pèse 0.5 à 1 gramme de substance en poudre dans un creuset en platine que l'on maintient vertical, que l'on couvre et soumet au rouge pendant une minute sur un bec Bunsen. Quand le creuset s'est refroidi au rouge sombre on découvre le creuset et on le fait tourner pour oxyder le soufre qui se dégage d'habitude en donnant de légères fumées à odeur d'anhydride sulfureux. Si le soufre est en abondance, il faut opérer avec précaution, échauffer et refroidir à plusieurs reprises jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de fumée ni d'odeur. Chauffer le creuset couvert n'est pas suffisant pour éliminer le soufre des pyrites et il est nécessaire d'atteindre le rouge sombre. Des essais ont prouvé que cette méthode donne des résultats exacts, sans oxydation appréciable du graphite. Quand on a dosé les matières qui sont volatiles au rouge sombre, on incline le creuset et on y fait arriver un courant d'air comprimé et continu. La lampe doit donner une flamme bleue pure sans faire de bruit et on remue le graphite de temps en temps avec un fil de platine afin de faciliter l'oxydation. L'o

† Chem. Centralblatt, 1888, 1-301. Donath, der Graphit, page 168.

pération exige de une à cinq heures, suivant la nature du graphite, mais en général, deux heures et demi suffisent.''

Le dosage exact du carbone se fait par combustion du graphite dans un courant d'oxygène. L'auteur a employé cette méthode avec des minerais canadiens, américains et bohémiens, et elle a donné d'excellents résultats. On procède comme il suit :

1. Il faut d'abord réduire le graphite en poudre fine passant dans un tamis de 80 mailles. On pèse 0.5 à 1.0 gramme de cette poudre dans un creuset de porcelaine que l'on maintient vertical et couvert et que l'on chauffe au rouge sombre pendant une minute ou deux sur un brûleur Bunsen. Ou bien encore on désèche la même quantité dans une étuve où la température est maintenue à 150°. On détermine alors la perte en poids.

2. On prend alors un gramme de l'échantillon pulvérisé et on le place dans un creuset en porcelaine, puis on pèse et chauffe au rouge sur un Bunsen (Fig. 13) ; on envoie un courant d'oxygène par un tube de terre

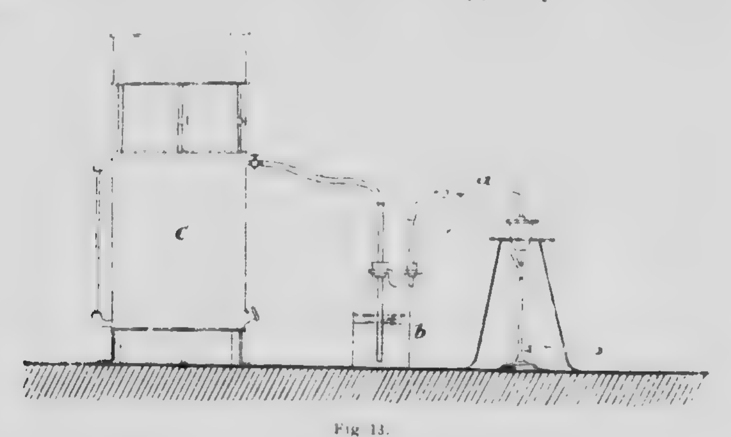


Fig. 13.

à pipe, **a**, qui passe dans l'ouverture du couvercle. Ce tube communique avec un gazomètre **c**, et on place sur le trajet du gaz un flacon laveur **b** qui permet de se rendre compte de la vitesse du courant et par suite de la régler. Pendant la combustion il faut remuer le graphite avec un fil de platine. Il faut chauffer le creuset jusqu'à ce que la couleur soit gris clair, ce qui indique que tout le graphite est brûlé. L'opération exige de une à deux heures suivant la nature du graphite. On pèse le creuset et les cendres. La perte de poids représente les matières volatiles déjà déterminées, le carbone et s'il y a du carbonate de calcium, l'anhydride carbonique.

3. Détermination de l'anhydride carbonique:—Afin de connaître la quantité d'anhydride carbonique provenant des carbonates, on peut employer plusieurs méthodes; la plus simple consiste à déplacer ce gaz par

un acide et à déterminer le changement de poids. Voici la description donnée par Fresenius de l'appareil construit par Geissler, et généralement employé pour cette analyse. Cet appareil, représenté par la figure 14, est

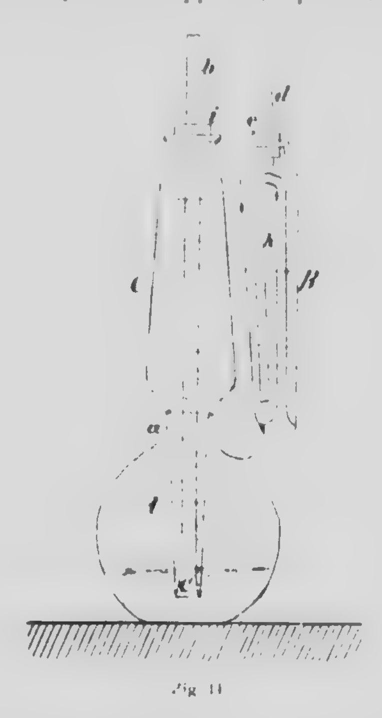


Fig. 14

composé de trois parties **A**, **B** et **C**, **C** et le goulot **a** de **A** sont taillés à l'émeri de telle sorte que la fermeture est étanche, bien qu'on puisse enlever **A** pour le remplir et le vider. **b c** est un tube de verre ouvert aux deux extrémités et formant un joint étanche taillé à l'émeri à l'extrémité **c**; on le maintient en position à l'aide du bouchon mobile **i**. Le bouchon **e** doit fermer l'allonge **B** hermétiquement et doit former un joint étanche avec le tube **d** qui le traverse. On place le minerai à analyser en **A**, on ajoute de l'eau comme l'indique la figure et on entraine la substance sur le côté du flacon. On remplit **C** presque complètement d'acide nitrique dilué, ou d'acide chlorydrique, avec une pipette après avoir haussé le bouchon **i** sans déplacer**C**. On remet le bouchon en place puis **C** dans **A**, on remplit **B** à moitié au moins d'acide sulfurique concentré et bouche **b** à l'aide d'un tube de caoutchouc fermé par un morceau d'agitateur. Après avoir pesé l'appareil, on introduit de l'acide de **C** en **A** en débouchant l'ouverture **c** légèrement. L'acide carbonique qui se dégage passe dans le tube **h** et dans l'acide sulfurique où il se dessèche, il s'échappe en **d**. Quand la décomposition est terminée on chauffe **A** légèrement, on dé-

bouche **C** et on chass[illegible] travers **h** l'anhydride carbonique qui est rest[illegible] L'appareil refr[illegible] [illegible]ncore pesé et la différence entre les deux poids indique la qua[illegible] [illegible]ydride qui s'est dégagée.

En ret[illegible] [illegible]oids et celui des matières volatiles déte[illegible]minées d'abord de l[illegible] [illegible] obtenue par la deuxième opération, [illegible] a l[illegible] quantité de ca[illegible] [illegible]nue dans le graphite

4. Prépara[illegible] [illegible]xygène. Une méthode simple pour prépa[illegible] l'oxygène cons[illegible] [illegible]ffer du chlorate de potassium ($KClO^3$). Ce [illegible] perd tout son [illegible] [illegible] poids) et laisse du chlorure d[illegible] calcium

$$[illegible] 2\ KCl + 3O^2$$

Il faut élever la te[illegible]re à 350°, bien au dessus du point de [illegible]sion du sel, ava[illegible] que l[illegible] commence à se dégager; après un certa[illegible] temps la masse fondue s'épaissit par suite de la formation de perchlorat[illegible] de potassium. Le perchlorate surchauffé dégage son oxygène et laisse du chlorure de potassium

Afin d'obtenir ce dégagement à une température plus modérée o[illegible] ajoute au chlorate une petite quantité de bioxyde de manganèse; le gaz se dégage alors à 200°C avant que le sel entre en fusion et la préparation de l'oxygène en est facilitée d'autant. Le bioxyde de manganèse reste non modifié dans le chlorure de potassium résiduel. La figure 15 montre l'appareil le plus employé pour cette préparation. Le mélange de chlorate de potassium et de bioxyde de manganèse est chauffé dans un vase de cuiv[illegible] **A**, muni d'une large tubulure communiquant avec le flacon laveur **B**, qui contient de la soude caustique afin d'absorber les traces de chlore qui [illegible] dégagent généralement par suite de la présence de poussières ou d'a[illegible]tres matières organiques dans le mélange. On recueille le gaz dans [illegible] gazomètre comme celui que représente la figure 13.

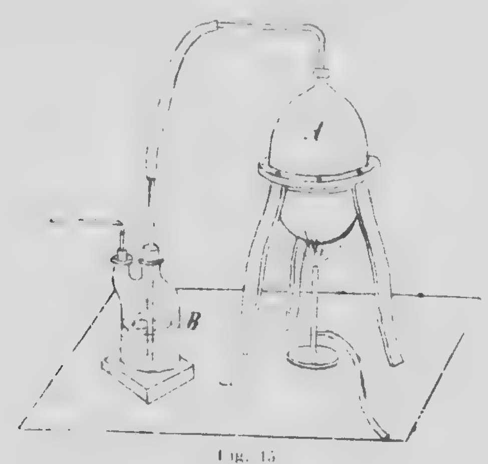


Fig. 15

Note. Il arrive souvent que l'oxyde noir du commerce est mélangé, frauduleusement ou non, à du charbon pulvérisé. Il est alors dangereux et peut donner lieu, quand on le chauffe avec du chlorate de potassium, à de graves explosions. Il est donc prudent d'essayer toute nouvelle provision de bioxyde de manganèse en en chauffant un petit échantillon avec du chlorate de potassium dans un tube à essai.

A. G. Stillwell* a remarqué que la méthode employée en dosant le carbone de l'acier par absorption, pouvait être utilisée avec quelques modifications pour doser le carbone des minerais de graphite. Après quelques tatonnements il a imaginé le procédé suivant qui est employé depuis quelque temps avec beaucoup de succès.

L'énumération des appareils permettra de simplifier la description (Fig. 16).

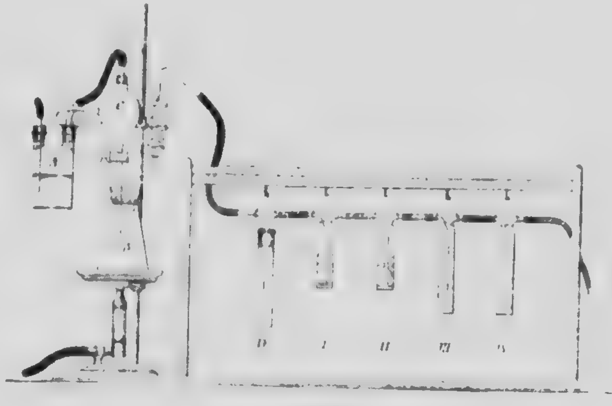


Fig. 16

A—Flacon contenant de la potasse caustique en solution.

B—Fiole d'Erlenmeyer à ouverture d'un pouce et quart [illegible] produit la réaction

C—Entonnoir à acide sulfurique

D—Tube vide pour retenir l'eau qui pourrait passer

I et II—Tubes à acide sulfurique [illegible]

III—Tube à potasse caustique pour absorber CO_2 [illegible] de la potasse 1.27.

IV—Tube à acide sulfurique concentré

Les quantités suivantes de l'échantillon [illegible] tamis de 80 mailles sont à conseiller :

0.25 grammes pour les minerais contenant 25 % de carbone

0.5 gramme pour les [illegible]

* Journal of Chemical Industry, Vol. XXI, 1902, page 779.

1 gramme pour les minerais contenant moins de 10% de carbone

On pèse le minéral et on le met dans un creuset de platine ou de porcelaine. On chauffe au rouge sombre pendant quelques minutes pour détruire les matières organiques qui pourraient s'y trouver. On verse alors le résidu dans un vase à précipité et on y ajoute de l'acide chlorhydrique dilué (1 : 1), puis on chauffe à l'ébullition pour décomposer les carbonates et chasser CO^2. On filtre la solution dans un creuset en porcelaine de Gooch en se servant d'asbestos calciné comme filtre et on lave deux ou trois fois à l'eau chaude jusqu'à ce que tout l'acide chlorhydrique soit parti. On place alors le creuset dans la fiole B et on ajoute 15 cc. d'une solution d'acide chromique.

On monte l'appareil (après avoir pesé III et IV) et on aspire tout l'air. 75 cc. d'acide sulfurique concentré sont mis dans l'entonnoir à robinet C et on le laisse couler lentement dans la fiole B, en la faisant tourner en même temps de façon à éviter un brusque dégagement de gaz. Quand l'acide est complètement versé on ferme le robinet et on chauffe la fiole jusqu'à ce que des fumées épaisses la remplissent. On baisse alors la flamme et on ouvre le robinet de façon à ce qu'une bulle de gaz par seconde passe à travers la solution A et que l'aspiration continue pendant une demi heure. On démonte et on pèse III et IV. L'augmentation en poids représente CO^2 et multipliée par 0.2727, donne la quantité de carbone.

Toute l'opération prend deux heures et n'exige pas la présence de l'analyste pendant la dernière heure.

S'il n'y a pas de matières organiques et de carbonates, on peut supprimer les deux opérations qui les concernent et mettre directement la substance pesée dans la fiole B. L'analyse n'exige alors qu'une heure.

En faisant quelques essais à vide, c'est-à-dire en se servant d'acide chromique et d'acide sulfurique seulement on a trouvé que III et IV augmentent en poids de 0,0045 grammes. On doit donc déduire cette quantité du poids de III et IV avant le calcul final.

Cette méthode a donné avec divers minerais les résultats inscrits au tableau 22.

TABLEAU 22

Description du minerai	Quantité employée.	Poids de CO^2	Carbone
	Grammes	Grammes	%
Mineral inférieur..	1	0.085	2.31
Gangue de Quartz..	..	0.084	2.29
Mineral inférieur..	1	0.1740	4.71
Gangue de Quartz..	..	0.1710	4.66
Contenant du calcaire..	1.5	1.140	39.27
		1.145	39.40
Contenant du calcaire..	1.4	1.096	29.90
	..	1.096	29.90
Graphite pure de Ceylan..	1.5	3.615	98.58
	.	.....	Cendres 1.42

Le docteur J. T. Donald, de Montréal, recommande la méthode suivante qui, en général, donne des résultats rapides et exacts. On traite ½ gramme de minerai dans un creuset de platine avec 5 cc. d'acide fluorhydrique et 2 cc. d'acide sulfurique ; on évapore au bain de sable. Si le minerai est pauvre (contient beaucoup de gangue) on répète le traitement. Le résidu est lavé à l'eau chaude et versé dans un vase à précipiter où on le traite avec de l'eau régale qui dissout les sulfures, le fer, les métaux alcalino-terreux, etc. Le résidu est filtré sur un filtre taré puis lavé jusqu'à ce qu'il ne contienne plus d'acide. On sèche à l'étuve à 105 C et on pèse.

Dosage du Carbone par Fusion.

Dans cette méthode, on extrait les substances minérales à l'aide d'un alcali fondu et le graphite reste pur et inattaqué. L'échantillon doit être finement pulvérisé à moins que le graphite ne consiste en lamelles très minces qui peuvent être facilement pénétrées par l'alcali fondu. Beaucoup d'échantillons résistent à la pulvérisation quand on dépasse une certaine limite et on doit, dans ce cas, avoir recours à la calcination en creuset. Il en est de même avec certains échantillons de graphite manufacturé.

Loewe* dose le carbone en traitant le graphite par du carbonate de potassium fondu, il reprend la masse avec de l'eau, fait bouillir le résidu avec de la soude caustique et lave à l'acide chlorhydrique. Le résidu de ce lavage est recueilli sur un filtre, séché à 100 C et pesé. Par la fusion avec le carbonate alcalin et le traitement subséquent à l'eau, la silice est éliminée dans l'eau de lavage. L'acide chlorhydrique dissout les oxydes de métaux. La méthode laisse cependant à désirer en ce qu'on est jamais sûr que le résidu final soit du carbone pur.

Parmi les méthodes proposées pour le dosage rapide du carbone dans le graphite, celle de Gintl† mérite d'être citée. Gintl emploie un tube en verre vert épais de 10 à 12 centimètres de longueur et d'un centimètre de diamètre ; il le ferme à une extrémité et l'étire à l'autre. Il introduit dans ce tube 0.05 ou 0.1 gramme de graphite, séché entre 150° et 180° et il y ajoute de 1.5 à 3 grammes d'oxyde de plomb pur, d'abord calciné. Le tout est pesé et le graphite et l'oxyde de plomb sont bien mélangés à l'aide d'un fil ; la partie du tube où se trouve le mélange est chauffé sur un brûleur Bunsen, puis à la flamme d'un chalumeau, jusqu'à ce que le contenu soit fondu et qu'il ne se forme plus de mousse. D'après Gintl, cela prend dix minutes. On laisse refroidir et la perte en poids donne l'anhydride carbonique qui s'est dégagé ; on peut alors calculer la quantité de carbone. Cette méthode ne peut naturellement donner de bons résultats que quand le minerai ne contient pas d'eau combinée ou suscep-

* Dinglers Polyt. Journal, 137-145.
† Ibid.

tible d'être expulsée entre 150° et 180°C, ni de carbonates; il faut en outre que tout le carbone soit oxydé par l'oxyde de plomb.

G. C. Wittstein* recommande la méthode bien connue de Berthier employée pour reconnaître la manière dont une substance se comporte au feu. Un gramme de graphite en poudre fine est mélangé à 25 grammes d'oxyde de plomb, placé dans un creuset de porcelaine non vernie et couvert de 25 grammes d'oxyde de plomb; on chauffe sur un feu de charbon peu vif. La quantité de carbone est déterminée par la quantité de plomb réduit. 34 parties de celui-ci correspondent à 1 partie de carbone d'après l'équation.

$$2\ PbO + C = CO^2 + 2\ Pb$$

La méthode donne de très bons résultats si le graphite étudié contient des sulfures comme la pyrite.

Une autre méthode est basée sur la comparaison des pouvoirs réducteurs du graphite étudié et du carbone pur.† Cette méthode ne s'applique pas aux minerais contenant des sulfures, des arséniures ou des antimoniures à moins que le minerai ne subisse un grillage modéré avant d'être analysé. On doit veiller à ce que le grillage soit complet. Les oxydes de fer et de manganèse modifient également les résultats et on doit déterminer le pouvoir oxydant du minerai et faire les corrections nécessaires lors du calcul final.

Pour obtenir le pouvoir réducteur du carbone pur, on prend 1 gramme de charbon de bois pulvérisé, 45 grammes d'oxyde de plomb (litharge), 30 grammes de bicarbonate de sodium et 5 grammes de borax fondu. On mélange bien et on place 20 grammes dans un creuset, on ajoute du sel, on couvre et fait fondre dans un four à moufle. Quand la fusion est complète on verse dans un moule, laisse refroidir et débarrasse le culot de plomb de toute scorie. On pèse le culot et on fait les corrections nécessaires pour l'eau hygroscopique et les cendres du charbon de bois qui varient ordinairement de 2 à 5 pour cent. Il est bon de faire deux expériences et de prendre la moyenne.

On peut alors analyser le graphite; pour cela on prend 1 gramme du minerai pulvérisé, 45 grammes d'oxyde de plomb, 30 grammes de soude, 5 grammes de borax fondu et s'il y a des bases dans le minerai, environ 15 grammes de silice. On mélange, met dans un creuset, ajoute du sel, couvre, fait fondre et pèse comme précédemment; la quantité de plomb donne la quantité de carbone dans le minerai.

Cette méthode est rapide et facile si on la compare aux méthodes par la voie humide. On ne l'a employée qu'avec des minerais argileux, mais il semble que si elle était employée avec soin elle devrait donner des résultats assez exacts au point de vue industriel.

* Ibid. 216, 45. Voyez aussi Fresenius.
† Mines et Minéraux, 1898, page 262.

F. S. Hyde* recommande la méthode suivante par fusion: "Dans un large creuset d'argent pesant 120 grammes environ, on fait fondre 35 à 40 grammes de potasse caustique chimiquement pure sur un bec Bunsen très bas et on maintient la masse en fusion à une température inférieure à celle du rouge et juste suffisante pour obtenir un liquide clair. On y introduit de 0.5 à 1.0 gramme de graphite en poudre qui surnagera (enlevez le feu à ce moment); on couvre le creuset et chauffe doucement en tournant le creuset de temps en temps. Il ne faut pas augmenter la flamme car c'est inutile et on s'exposerait à des pertes. Après refroidissement on dissout la masse dans 250 cc. d'eau distillée et on filtre au vide sur un filtre taré (de préférence ceux de Schleicher and Schull No 590, 11 cm.), traité auparavant par la potasse caustique (1:10) et ensuite par l'acide chlorhydrique dilué (1:4). Ce lavage à l'alcali et à l'acide est essentiel et doit précéder la filtration. En effet, un filtre de même nature pesant 0.8123 gramme, après avoir été traité ne pesait plus que 0.7913 gramme, c'est-à-dire, avait subi une perte de 0.0210 gramme équivalente à 4 pour cent sur le demi-gramme de graphite essayé. Après avoir reçu le graphite sur le filtre et l'avoir lavé, on dissout l'oxyde de fer avec de l'acide chlorhydrique chaud (1:4) où on peut le doser. Le filtre et le graphite sont alors lavés à l'eau chaude et séchés dans l'étuve à 70°C.

"Les résultats obtenus avec l'oxydation au creuset, donnent des résultats remarquablement concordants, ce qui tient sans doute à ce que l'opération n'exige pas de transvasements; il n'en est pas de même avec la méthode par fusion car on est susceptible d'avoir des pertes provenant de la légèreté des particules, de leur oxydation, de débordements à l'ébullition ou de fuites au filtrage, enfin, de la carbonisation du filtre taré si on le chauffe au dessus de 70°C. Après avoir été lavé avec une solution alcaline puis avec une solution acide, toutes deux de concentration moyenne, le papier filtre devient fragile et il supporterait difficilement une température maintenue quelque temps au dessus de 70°C. Les filtres d'asbestos exigeraient un traitement analogue et un filtre Gooch ne serait ni aussi commode ni aussi bon que le papier filtre ordinaire supporté par un cône de toile; pour obtenir le graphite par pesée directe. De plus, il n'est pas toujours possible de savoir quand l'action de l'alcali fondu est terminée. Ainsi avec le produit laminaire B (Tableau 23) le graphite purifié obtenu par fusion ne donnait que 98.26% du carbone graphitique obtenu par oxydation au creuset, et la présence de cendres était nettement visible, ce qui indiquait que l'alcali en fusion n'avait pas entièrement pénétré la substance à analyser. Un autre échantillon (partie de "A" consistant en une poudre fine) donna par fusion un produit qui contenait 99.12% de graphite quand on l'eut essayé par oxydation au creuset; les cendres étaient visibles. Ces faits d'ailleurs n'expliquent pas les résultats faibles

* Min. Ind. 1900, page 381.

obtenus par la fusion; ceux-ci sont sans doute dûs à des pertes mécaniques et peut être à une oxydation partielle. Un des résultats les plus bas fut obtenu avec un échantillon pesé directement dans le creuset d'argent la potasse caustique fut ajoutée ensuite. Le pouvoir de pénétration de la potasse caustique varie suivant sa nature et la température de fusion comme semble l'indiquer les expériences suivantes dans lesquelles la soude caustique chimiquement pure fut employée au lieu de la potasse. Le graphite laminaire B qui donnait 87% avec la potasse donna 84.92% avec la soude; un deuxième essai, encore avec la soude, donna 84.26%. Comme pour la potasse la température était juste suffisante pour maintenir le liquide en fusion et on prit de grandes précautions pour éviter les pertes mécaniques. Le produit ainsi obtenu avec la soude contenait 99.64 de graphite pur en l'essayant par l'oxydation au creuset; les cendres étaient légèrement visibles.

"Une autre série d'échantillons donnant 87.54% quand on les essayait par oxydation au creuset, ont été soumis à la fusion avec la soude caustique au rouge sombre et ont donné 75.60% du graphite; la perte était due sans aucun doute à l'oxydation au contact de l'alcali au rouge sombre. Le produit purifié donna 99.74% par oxydation directe; les cendres étaient légèrement visibles. Il semble donc que la potasse caustique donne des résultats plus élevés que la soude caustique, mais que celle-ci donne un produit plus pur.

"Malgré ces résultats trop bas, la méthode par fusion est commode et peut être employée quand l'échantillon contient des matières fusibles à la température d'oxydation ou quand on ne peut fournir un courant d'air continu. De plus elle rend inutile la détermination préalable de l'humidité et des matières volatiles. L'alumine, la chaux et la magnésie peuvent être dosées dans la liqueur filtrée et le fer dans les lavages acides du résidu. Pour le soufre il est mieux d'en faire un dosage spécial, en traitant soit par l'eau régale soit par la fusion avec un agent oxydant.

"Il faut remarquer que les creusets en argent après un traitement à la soude caustique se nettoient plus facilement que les creusets en platine qui ont servi à l'oxydation et ont sur leurs parois des petits globules de fer ou de substances minérales fondues. D'autre part l'argent est attaqué par le soufre et le graphite n'est pas toujours exempt de ce corps

"Dans le commerce, il serait préférable de spécifier l'une ou l'autre méthode pour plus de simplicité et d'uniformité.

"Comme la méthode par fusion tend à donner des résultats trop bas, nous donnons deux essais sur des produits manufacturés aux fins de comparaison:

TABLEAU 23.

Méthode	Produit Fin A. (Essai s[illegible] gramme) Humidité et Matières Volatiles	Graphite	Produit laminaire B. (Essai sur 0.5 gramme) Humidité et Matières Volatiles	Graphite
	%	%	%	%
Oxydation au creuset	2.05	49.55	0.90	87.3
	2.19	49.60	0.86	87.0
	2.32	49.30	1.03	87.07
	Filtres S. & S.	%	Filtres S. & S.	%
Fusion avec la potasse caustique dans un creuset d'argent	11cm. No 589, direct	42.90	11cm. No 589, direct	79.90
	11cm. No 589, lavé	44.27	11cm. No 589, lavé	84.10
	11cm. No 589 "	45.85	11cm. No 589 "	85.84
	11cm. No 589 "	44.30	11cm. No 589 "	87.30
	7cm. No 590 "	47.10	7cm. No 590 "	87.00
	11cm. No 590 "	47.95	11cm. No 590 "	87.40

Dosage de la silice, de l'alumine, du fer, etc.

Pour doser les substances minérales telles que la silice, l'alumine, le fer, etc., les cendres obtenues par la méthode de combustion peuvent être employées et traités suivant les méthodes usuelles. On peut aussi traiter directement le graphite.

Wittstein* recommande la méthode suivante:

On mélange dans un creuset 1 gramme de graphite bien pulvérisé avec 3 grammes environ de carbonate de potassium et de sodium; on recouvre de 1 gramme d'hydrate de sodium et on chauffe lentement jusqu'au rouge. De temps en temps on brise la croûte formée pendant la fusion avec un fil de platine. Après une demi-heure de fusion on fait refroidir, on traite par l'eau, on fait bouillir 15 minutes, on filtre et lave le résidu. On traite le filtre et son contenu par l'acide chlorhydrique de densité 1.12 et après avoir laissé digérer pendant une demi heure on ajoute de l'eau et on filtre. la solution acide ainsi obtenue est ajoutée à la solution alcaline obtenue en premier avec addition d'acide chlorhydrique en excès; on évapore alors à siccité au bain-marie, on sépare l'acide silicique et dans la liqueur filtrée on détermine les bases. Afin d'être certain que le carbone resté sur le filtre ne contient aucune substance minérale, on le brûle. Il n'y a pas avantage à peser ce carbone car il ne représente pas tout le carbone présent mais seulement les quatre cinquièmes environ.

* Zeitschrift fur analytische Chemie, XIV, 395.

CHAPITRE VII.

PRODUCTION, EXPORTATION, IMPORTATION ET PRIX COURANTS.

Afin de se rendre compte des conditions économiques de l'industrie du graphite, nous avons réuni dans ce chapitre toutes les statistiques concernant la production et l'exportation des divers pays ainsi que la quantité de graphite employée dans chaque branche de cette industrie. Nous avons obtenu ces statistiques, soit directement des gouvernements intéressés, soit de "Mineral Industry", soit de quelque autre source digne de foi. Il faut toutefois remarquer que les chiffres donnant la consommation par les différentes branches du commerce manquent de rigueur par suite des méthodes de computation qui varient avec les statisticiens de chaque pays. Presque tous les chiffres reçus comprenaient, par exemple, les crayons de couleur avec ceux de graphite, les creusets d'argile réfractaire et ceux d'argile et de graphite; nous avons essayé de faire les corrections nécessaires dans les chiffres donnés ici.

Canada

Les statistiques suivantes qui donnent la production, l'exportation et l'importation annuelles du Canada ont été publiées par le Service Géologique. Les chiffres donnés comprennent les deux variétés cristalline et amorphe entre lesquelles aucune distinction n'a été faite.

TABLEAU 24.

PRODUCTION ANNUELLE

Année	Tonnes de 2.000 livres	Valeur	Année	Tonnes de 2000 livres	Valeur
1886	500	$ 4.000	1895	220	$ 6.150
1887	300	2.400	1896	139	9.455
1888	150	1.200	1897	436	16.240
1889	242	3.160	1898		13.698
1890	175	5.200	1899	1.130	24.179
1891	260	1,560	1900	1.922	31.040
1892	167	3.763	1901	2.210	38.780
1893	rien	rien	1902	1.095	28.300
1894	3	223	1903	728	23.745
			1904	452	11.760

TABLEAU 25

IMPORTATIONS

Année	Valeur	Année	Valeur
1886	$3,586	1895	[illegible]
1887	3,017	1896	[illegible]
1888	1,080	1897	[illegible]
1889	538	1898	[illegible]
1890	1,529	1899	[illegible]
1891	72	1900	[illegible]
1892	3,952	1901	[illegible]
1893	223	1902	[illegible]
1894	223	1903	[illegible]

		Quintaux	
1903	Non traité	....	[illegible]
	Manufacturé		[illegible]
			[illegible]
1904	Non traité		[illegible]
	Manufacturé		[illegible]
			[illegible]

TABLEAU 26

IMPORTATIONS DE GRAPHITE BRUT ET MANUFACTURE

Année fiscale	Plombagine	Plombagine manufacturée	
		Mine de plomb	Autres produits manufacturés
1880	$1,677	$18,055	[illegible]
1881	2,479	26,544	[illegible]
1882	1,028	25,132	[illegible]
1883	3,147	21,151	[illegible]
1884	2,891	24,002	[illegible]
1885	3,729	24,487	[illegible]
1886	5,522	23,211	[illegible]
1887	4,020	25,766	[illegible]
1888	3,802	7,824	[illegible]
1889	3,546	11,852	[illegible]
1890	3,441	10,276	[illegible]
1891	7,217	8,292	[illegible]
1892	2,988	13,560	[illegible]
1893	3,293	16,595	[illegible]
1894	2,177	17,614	[illegible]
1895	2,586	13,922	[illegible]
1896	2,865	18,434	[illegible]
1897	1,406	17,863	[illegible]
1898	1,862	19,638	[illegible]
1899	4,979	21,334	[illegible]
1900	4,437	22,078	[illegible]
1901	2,357	25,646	[illegible]
1902	3,649	20,467	[illegible]

1903	Plombagine non pulvérisée, etc.	10 p.c.			
	Mine de plomb	25 "		$22,559	
	Plombagine manufacturée de N.E.S.	25 "			$12,193
	Creusets (argile ou plombagine)	pas de droit			34,924
	Total, 1903		$2,870	$22,559	$47,117
1904	Plombagine non pulvérisée				$1,802
	Plombagine manufacturée				12,829
	Creusets (argile ou plombagine)				28,773
					$43,404

Etats-Unis.

En 1904, la valeur de la production totale du graphite aux Etats-Unis était de $341,372 contre $225,554 en 1903, donnant une augmentation de $115,818; cette augmentation a été due à l'augmentation de la production en Pennsylvanie, en Georgie et dans le Wisconsin. Outre les variétés cristallines et amorphes, il y a le graphite artificiel, manufacturé par la "International Acheson Co." de Niagara Falls, N. Y. La valeur de ce produit artificiel a atteint en 1904, $217,790. Le graphite Acheson est surtout employé dans la confection des peintures pour métaux, des piles sèches, du noir à poêle et des lubrifiants. On l'emploi aussi en électro-chimie.

La production du graphite cristallin aux Etats-Unis, en 1904, a atteint 5,681,177 livres évaluées à $238,447 contre 4,538,155 livres en 1903, évaluées à $154,170, donnant en quantité une augmentation de 1,143,022 livres et de $84,277 en valeur. La plus grande partie du graphite cristallin était purifié et très peu a été vendu à l'état brut. Le prix moyen en 1904, a été de 4.2 cents par livre qui est plus élevé de 4/5 cent que le prix moyen de 1903.

La production de graphite amorphe en 1904 a atteint 19,115 tonnes (de 2000 livres) évaluées à $102,925 ou à $5.38 la tonne, donnant une augmentation de 2,524 tonnes et de $31,541 sur la production de 1903 qui avait été de 16,591 tonnes, évaluées à $71,384 ou à $4.30 la tonne. Le prix moyen est encore très bas, ce qui est dû au produit de la Georgie qui est vendu bien audessous du prix du graphite employé aux usages énumérés plus haut.

Le tableau 27 donne la production annuelle du graphite de 1880 à 1904:

TABLEAU 27

Année	Quantité Livres	Valeur
1880	622,500	$ 49[illegible]
1881	100,000	30,[illegible]
1882	425,000	34,[illegible]
1883	575,000	46,[illegible]
1884	500,000	[illegible]
1885	327,833	26,[illegible]
1886	415,525	33,[illegible]
1887	416,000	44,[illegible]
1888	400,000	33,[illegible]
1889		72,[illegible]
1890	. . .	77,5[illegible]
1891	1,559,674	110,0[illegible]
1892	1,398,365	87,[illegible]
1893	843,103	63,[illegible]
1894	918,000	64,[illegible]
1895	644,700	52,[illegible]
1896	535,858	48,[illegible]
1897	1,361,706	65,7[illegible]
1898	2,360,000	75,2[illegible]
1899	2,900,732	167,1[illegible]
1900	5,507,855	197,[illegible]
1901	3,967,612	167,[illegible]
1902	3,936,824	182,1[illegible]
1903	4,538,155	225,[illegible]
1904	5,681,177	341,[illegible]

L'importation annuelle du graphite aux Etats-Unis, dépasse de beaucoup la production locale et a atteint en 1904, 12,674 tonnes évaluées à $905,581. C'est l'importation la plus faible depuis 1897 et à l'exception de 1901, celle qui a eu la plus faible valeur depuis 1898. Depuis l'époque à laquelle commencent les statistiques concernant la production du graphite il n'y a pas eu d'année où la production locale n'ait été très inférieure en valeur à la quantité de graphite importée. Dans le tableau suivant sont données les importations de graphite aux Etats-Unis de 1857 à 1904.

TABLEAU 28

Année finissant	Quantité — Tonnes de 2240 livres	Non manufacturé — Valeur	Manufacturé — Valeur	Valeur totale
30 Juin				
1867	1,[illegible]	$ 54,131		$ 54,131
1868	3,431	149,083		149,083
1869	3,742	151,004		151,004
1870	4,040	269,291	$ 833	270,124
1871	2,881	136,200	3,774	139,974
1872	1,[illegible]	129,030		129,030
1873	[illegible]	548,613		548,613
1874	5,600	182,591		182,591
1875	2,429	122,050		122,050
1876	2,530	150,709	17,605	168,314
1877	3,768	204,630	18,091	222,721
1878	3,012	154,757	16,909	171,666
1879	3,283	164,013	24,637	188,650
1880	5,495	278,022	22,941	300,963
1881	7,546	[illegible] 966	11,674	413,640
1882	7,521	363,835	25,546	389,381
1883	7,745	361,949	21,721	383,670
1884	7,204	286,393	1,863	288,256
1885	5,523	207,228		207,228
1886	4,168	164,111		164,[illegible]
1887	8,442	331,621		331,621
31 Décembre				
1888	9,200	353,900		353,900
1889	8,869	378,057		378,0[illegible]
1890	12,798	594,746		594,746
1891	10,118	555,080		555,080
1892	11,677	667,775		667,775
1893	14,437	865,379		865,379
1894	5,814	225,720		225,720
1895	8,814	260,000		260,000
1896	15,230	437,159		437,159
1897	8,533	270,952		270,952
1898	13,482	743,820		743,820
1899	20,793	1,990,649		1,990,649
1900	14,417	1,390,141		1,390,141
1901	14,325	895,010		895,010
1902	18,201	1,168,554		1,168,554
1903	16,007	1,207,700		1,207,700
1904	12,674	905,581		905,581

Allemagne.

Les mines de graphite du district de Passau en Bavière, produisent la plus grande partie du graphite exploité dans ce pays et dans le tableau 29 se trouvent quelques chiffres relatifs à cette production :

TABLEAU 29

PRODUCTION

Année	Tonne métrique	Valeur
1893	[illegible]140	$ [illegible]
1894	[illegible]133	45[illegible]
1895	[illegible]51	50,[illegible]
1896	5 [illegible]48	72,[illegible]
1897		
1898	4,[illegible]	97,[illegible]
1899	5,1[illegible]	1[illegible]
1900	9,24[illegible]	136,[illegible]
1901	4,435	58,[illegible]
*1902	5,023	42,[illegible]
*1903	3 720	[illegible]
*1904	3 784	41 [illegible]

* D'après [illegible] à Munich, Bavière.

Italie.

La plus grande partie du graphite exploité en Italie, vient du district de Pinerola dans le Piémont, le long des Alpes Cotiennes. La production de ce pays a constamment augmenté depuis 1892 où elle était de 2.415 tonnes évaluées à $6,593 jusqu'en 1904 où elle a atteint 10,313 tonnes d'une valeur de $55,660. La plus grande partie de ce graphite appartient à la variété amorphe.

Le tableau 30 donne la production italienne depuis 1891 :

TABLEAU 30

Année	Tonne métrique	Valeur
1891	2.415	$ 6,5[illegible]
1892	1.645	3 77[illegible]
1893	1.465	3,08[illegible]
1894	1.575	2,52[illegible]
1895	2.657	8,5[illegible]
1896	3.148	10,1[illegible]
1897	5.650	11,30[illegible]
1898	6.435	17,42[illegible]
1899	9.900	55,9[illegible]
1900	9.720	55,72[illegible]
1901	10.313	59,21[illegible]
1902	8 200	46 7[illegible]
1903	7.920	45 1[illegible]
1904	9.76[illegible]	55,6[illegible]

† Mineral Industry et "Rassegna Mineraria" (Nov. 8, 1905).

‡ Valeur approximative

Autriche.

Les mines de la forêt de Bohême et de Moravie fournissent en Autriche la plus grande partie du graphite, il appartient [illegible] à la [illegible] amorphe.

Le tableau 31 donne la production et l'exportation de ce minéral en Autriche :

TABLEAU 31

Année	Production		Exportation	
	Tonne métrique	[illegible]	[illegible] métrique	[illegible]
[illegible]	21 346			
[illegible]	20 978			[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	24 121	[illegible]		[illegible]
[illegible]	28 443	[illegible]		[illegible]
[illegible]	35,972	[illegible]		[illegible]
[illegible]	38 504	541 [illegible]		[illegible]
1898	33,061	349,420	[illegible]	[illegible]
1899	31 849	395,286	[illegible]	[illegible]
1900	33,663	418 126	[illegible]	[illegible]
1901	29 991	364 [illegible]	14 [illegible]	[illegible]
1902	29,526*	364 169	[illegible]	
1903	29,589*	363 894	[illegible]	
1904	28,620	352 026	[illegible]	

*Compilé du rapport de l'ambassade britannique à Vienne.
Valeur approximative.

Mexique.

TABLEAU 32

Année	Production		Exportation	
	Tonne métrique	Valeur	Tonne métrique	Valeur
[illegible]	2 305		2 305	$22 847
[illegible]	2,561	$25 650	2 561	25 650
[illegible]	1 473	15 000	762	7 617
1902	580	5 800	580	
[illegible]	1 952	19 520		

Valeur approximative

Ceylan.

D'après des chiffres donnés par sir Le Neve Foster (Part IV, Mines and Quarries Report) la production mondiale du graphite a été en 1901, de

77,100 tonnes évaluées à £785,000. Ceylan en a fourni 29% en quantité et 80% en valeur tandis que l'Inde en a donné 3%. En 1902, Ceylan a exporté 25,189 tonnes valant 10,516 366 roupies ou £701,098.

D'après M. A. M. Ferguson, on trouve le graphite mentionné dans des lettres singalaises du XIVème siècle et dans les rapports du gouvernement Hollandais de 1675. L'exportation a sans doute commencé entre 1820 et 1830; elle n'a pris quelque importance qu'en 1834 époque à laquelle elle atteignit 129 tonnes évaluées à 12,054 roupies. En 1869, la production a atteint 11,306 tonnes évaluées à 889,620 roupies et en 1902, 25,189 tonnes évaluées à 10,506,366 roupies. Le tableau 33 donne le détail de cette production. 96½% en sont exportés par Colombo et les 3½ restant, le sont par Galle.

TABLEAU 33

Années	Quantité			Valeur	
	Quintaux	Qts.	Lbs	Roupies	Cts
1834	2,582	2	14	12,054	00
1835	1,952	3	0	11,082	[illegible]
1836	12,644	0	5	14,663	[illegible]
1837	3,700	0	0	4,293	[illegible]
1838	1,164	1	12	1,379	00
1839	423	1	18	490	00
1840	984	0	0	1 225	[illegible]
1841	2,002	2	7	2,684	[illegible]
1842	7,285	0	3	12,[illegible]	[illegible]
1843	3,677	3	20	5 238	[illegible]
1844	9,914	3	21	12 946	[illegible]
1845	19,245	0	15	[illegible]	[illegible]
1846	25,036	3	7	30,361	[illegible]
1847	9,248	3	11	10,583	[illegible]
1848	6,787	0	0	7,062	[illegible]
1849	3,329	2	20	3,302	[illegible]
1850	23,021	1	6	38,330	[illegible]
1851	23,865	1	2	52,554	[illegible]
1852	13,110	1	21	26 281	[illegible]
1853	19,577	2	25	40,572	[illegible]
1854	17,451	2	19	39,162	
1855	6 429	3	16	11,448	
1856	13,380	2	27	33,380	
1857	33 497	0	19	83,850	[illegible]
1858	19 432	3	12	33,841	
1859	17,510	3	11	41 538	
1860	75,660	0	23	239,535	[illegible]
1861	38,345	1	23	110 643	[illegible]
1862	40 895	3	14	130 789	
1863	65,128	0	3	284,246	[illegible]
1864	84 028	2	4	491,314	[illegible]
1865	40,143	3	5	151,206	
1866	56,278	3	14	218,605	
1867	45,836	0	14	193,601	
1868	141,095	0	14	720 410	
1869	226,131	3	8	889,620	
1870	85,248	3	18	[illegible]	
1871	125,257	1	5	620,95[illegible]	[illegible]

TABLEAU 33 —Suite

Années	Quantité			Valeur	
	Quintaux	Qts	Lbs	Roupies	Cts
1872	136,051	2	23	438,366	64
1873	173,996	0	17	1,479,395	44
1874	149,938	1	3	1,440,166	87
1875	110,023	1	0	1,100,232	54
1876	117,361	1	2	1,173,612	64
1877	96,792	1	21	967,924	37
1878	84,634	3	15	846,348	84
1879	162,495	2	24	1,624,957	15
1880	205,738	2	4	2,057,385	87
1881	259,909	0	16	2,599,094	42
1882	260,166	1	6	2,601,663	3
1883	262,773	3	1	2,627,737	58
1884	182,425	3	10	1,824,258	40
1885	196,399	2	23	1,963,997	06
1886	241,760	0	13	2,417,601	15
1887	238,599	3	0	2,385,997	50
1888	223,277	3	4	2,232,777	82
1889	486,138	3	1	4,861,387	59
1890	392,577	2	13	3,925,776	16
1891	400,540	0	15	4,005,401	34
1892	430,666	3	20	4,306,664	28
1893	332,168	3	16½	2,491,266	72
1894	335,168	0	24	2,513,761	60
1895	326,754	1	16	2,450,657	93
1896	361,061	1	13	3,069,021	62
1897	379,415	2	21	3,670,846	78
1898	478,318	0	2	7,174,770	27
1899	635,224	1	5	22,235,400	77
1900	391,699	[illegible]	6	9,792,495	[illegible]
1901	446,960			9,609,642	
1902	503,778			10,516,366	
1903	*482,105			10,750,941	
1904	521,201			11,622,849	
Total	11,360,029	2	23	147,760,072	0

Les contrées étrangères où le graphite a été exporté de 1885 à 1892, sont indiquées dans le tableau ci-dessous; l'augmentation des quantités importées par les Etats-Unis, l'Allemagne et la Belgique est à remarquer.

* D'après le "Royal Colonial Institute", Londres

Note. — Les chiffres de 1834 à 1884 sont extraits du "Journal of the Royal Asiatic Society", 1887, vol. IX, 2ème partie et pour les [illegible] années, des rapports du gouvernement de Ceylan. De 1836 à 1845 et de 1858 à 1868, les droits de douane ont été de 2½ pour cent "ad valorem"; de 1846 à 1857 il n'y a pas eu de droits de douane [illegible] 1847), et de 1873 à 1883, le permis d'exploitation a coûté 10 roupies [illegible] en outre un droit de 10 pour cent sur la valeur de la plombagine extraite de [illegible] méridionale.

TABLEAU 34

	1895	1896
	Quintaux	Quintaux
Angleterre	136,964	135,47[illegible]
Etats-Unis	54,891	272,21[illegible]
Allemagne	1,199	68,44[illegible]
Belgique	400	19,56[illegible]
France	1,237	1,8[illegible]
Autriche	1,176	1,497
Hollande		1,157
Japon		1,10[illegible]
Russie		1,07[illegible]
Indes	306	7[illegible]
Suède		47[illegible]
Turquie d'Asie		1[illegible]
Italie		8[illegible]
Nouvelle Zélande		2[illegible]
Straits Settlements		1
Autriche	226	
	196,399	503,77[illegible]

Inde.

La production du graphite dans l'Inde, depuis 1895, a été la suivante.

TABLEAU 35

Années	Tonnes	Années	Tonnes
1895	1,597	1900	1,82[illegible]
1896	306	1901	2,72[illegible]
1897	93	1902	4,882
1898	194	1903	2,648
1899	332		

* D'après le "Royal Colonial Institute", Londres.

Production mondiale du graphite

TABLEAU 36

PRODUCTION MONDIALE DU GRAPHITE EN 1903

Pays	Tonne métrique	Dollars
Autriche	29,590	363,8[illegible]
Ceylan	24,105	3,583,64[illegible]
Italie	7,920	47,14[illegible]
Bavière	3,720	32,2[illegible]
Indes	3,648	36,0[illegible]
Etats-Unis	2,053	225,55[illegible]
Mexique	1,952	19,52[illegible]
Canada	728	23,745
Japon	114	11,40[illegible]
Suède	25	2,50[illegible]
	[illegible]	[illegible]

TABLEAU 37

CONSOMMATION DU GRAPHITE PAR LES DIFFERENTES INDUSTRIES

	Pour cent
Objets réfractaires, creusets, etc.	35
Noir à poêle	[illegible]
Lubrifiants	[illegible]
Enduits pour moules de fonderie	[illegible]
Graisses graphitiques	[illegible]
Crayons	[illegible]
Etoupe graphitique	[illegible]
Peintures au graphite	[illegible]
Electrotypes et divers	[illegible]
	100

Environ 55% du graphite cristallin est employé pour la fabrication des creusets, cornues et autres objets réfractaires. En Europe plusieurs grandes usines produisant l'acier se servent de la variété amorphe pour leurs creusets. Le noir à poêle en prend environ 15%, les enduits de fonderie 10%, les peintures 5%, (dans ce but on emploie surtout la variété amorphe) et la fabrication des crayons, des électrotypes et de l'étoupe graphitique ainsi que les applications électriques environ 15%. Aux Etats-Unis et au Canada, la plus grande partie du graphite amorphe est employée dans la fabrication des peintures et des enduits de fonderie, à l'exception du graphite de Georgie qui sert à colorer les engrais.

Prix.

Il est à peu près impossible de donner des prix généraux par suite des différentes qualités de graphite produites par les mines et les usines. Chaque pays exige quelques qualités spéciales et on ne pourrait sans de grandes difficultés arriver à les classer par comparaison de manière à en déduire les prix moyens. Ces prix seraient d'ailleurs inutiles aux acheteurs d'un graphite spécial et ceux-ci doivent s'adresser directement aux producteurs.

Dans les lignes suivantes, nous avons essayé de donner les prix moyens demandés pour les qualités les plus employées.

Canada et Etats-Unis.

Graphite pour objets réfractaires, pris à l'usine, 5 à 9 cents la livre
" pour enduits de fonderie, pris à l'usine, 1½ à 4 cents la livre
" pour peintures, pris à l'usine, 1 à 2½ cents par livre
" pour lubrifiants, pris à l'usine, 6 à 10 cents par livre
" pour crayons, pris à l'usine, 4 cents la livre

Le graphite pour lubrifiants mis en petits paquets se vend jusqu'à 16 cents la livre.

Bavière et Bohême.

Des marchands de Nuremberg et de Vienne nous ont donné les prix suivants pour le graphite de Passau et de Bohême:

Graphite pour creusets contenant 91% de carbone, 64.10 marks* les 100 kilos.

Graphite pour crayons, contenant 83% de carbone, 15.75 marks les 100 kilos.

Graphite pour noir à poêle et peintures, contenant 52% de carbone, 9.40 marks les 100 kilos.

Le graphite à crayons est celui qu'emploient les fabricants de Nuremberg

Ceylan.

A Ceylan, le graphite au point de vue commercial, est classé en cinq catégories qui se vendent aux prix suivants:

	Par tonne
Gros morceaux	$75 à 1[illegible]
Morceaux ordinaires	65 à 1[illegible]
Lamelles	50 à 12
Poussière	15 à [illegible]
Poussière impalpable	12 à [illegible]

En ce qui concerne le graphite de Ceylan, on peut dire qu'une plus grande uniformité dans les qualités est réclamée. La plombagine la plus fine, molle et graisseuse qui existe souvent en lamelles est appelée X et XB Les qualités inférieures sont désignées par des lettres différentes d'après leur dureté, leur fragilité, leur apparence et leur forme. La plus pauvre qui contient jusqu'à 25 pour cent d'argile est appelée "Cora". La poussière et la poussière impalpable contiennent beaucoup de sable et d'autres impuretés. Les qualités sont classées d'après leurs propriétés physiques et non chimiques. La richesse en carbone peut être la même pour deux échantillons de plombagine dont l'une vaudra £20 la tonne et l'autre £[illegible] Le triage n'est donc pas effectué d'après des données scientifiques, et dépend beaucoup de celui qui l'effectue. Des années de pratique sont nécessaires pour acquérir l'expérience requise pour juger sûrement les différentes qualités, ce qui est encore rendu plus difficile par le mélange des différentes qualités; c'est ainsi qu'un pauvre échantillon peut être rendu brillant et lustré par "noircissement" à l'aide d'un bon échantillon. Les acheteurs se plaignent aussi de différences entre les échantillons fournis et les produits délivrés. Ceci est dû sans doute au manque de méthodes scientifiques et à la prudence des marchands singalais qui s'arrangent toujours pour profiter de toute situation douteuse.

* Le mark vaut 25 cents.

[illegible] Resources of Ceylon", Mining World, 14 avril, 1906, p. [illegible]

CHAPITRE VIII.

PREPARATION ET TRAITEMENT DES MINERAIS DE GRAPHITE.

Les mines du Cumberland, maintenant épuisées produisaient un graphite d'une telle pureté et si compact qu'il suffisait de le couper en prismes minces pour en fabriquer des crayons et qu'on l'employait à tous usages sans préparation. Il est douteux qu'un graphite de cette nature existe aujourd'hui ailleurs. En général, les minerais de graphite au sortir de la mine ne sont pas assez purs pour être livrés au commerce; ils contiennent des impuretés telles que l'oxyde de fer, la silice, l'alumine et la chaux et sont si durs qu'il est nécessaire de les purifier. Il faut en séparer la gangue ce qui augmente le pourcentage du carbone dans le minerai. On arrive à ce résultat par différents procédés qui peuvent être classés en trois catégories:

1. Triage à la main.
2. Séparation mécanique par la voie sèche ou la voie humide.
3. Purification chimique.

Le triage à la main se pratique d'une manière très efficace dans les mines d'Autriche et de Bavière, tandis qu'il est à peu près ou complètement ignoré dans les mines de l'Amérique du Nord. Le choix entre les méthodes de séparation mécanique et de purification chimique dépend uniquement de la nature du minerai et de l'emploi auquel est destiné le produit purifié; il faut dire cependant que trop souvent ce choix est laissé au hasard, à l'ignorance ou au parti pris. Il n'est pas douteux que le succès de l'entreprise dépende en partie des méthodes et des machines adoptées; mais certains minerais peuvent être avantageusement traités de plusieurs manières différentes, les conditions locales servant généralement à préciser le choix; il n'est donc pas possible de donner des règles exactes qui s'appliquent à tous les cas.

Triage à la main.

Dans la plupart des mines il est très utile de trier le minerai à la main avant de le livrer à l'usine. On économise ainsi le traitement et quelquefois l'expédition de roches stériles et on augmente la production de l'usine. Ce triage est surtout utile dans le cas de graphite en veine qu'on livre souvent au commerce sans préparation mécanique. Il est très important aussi avec le graphite disséminé car du minerai pauvre peut être mêlé dans la mine au bon minerai et sa présence réduit d'autant l'effi-

cacité de l'usine. Il faut aussi enlever les débris de bois, boulons, corda[illegible] ges, etc., qui ne manqueraient pas d'arrêter les machines et de retard[illegible] le travail en dérangeant les ouvriers.

On sépare quelquefois la gangue du minerai dans la mine mê[illegible] comme cela se fait en Bavière où les mineurs sont entraînés à séparer [illegible] leur gangue les parties riches contenant plus de 60% de granite, tandis [illegible] toute la roche stérile est laissée dans la mine où elle sert à combler [illegible] stopes. Les conditions locales indiquent dans chaque cas jusqu'à [illegible] point le minerai doit être trié à la main avant d'être envoyé à l'usine.

La séparation à la main comprend deux phases: le cassage des roches et le triage proprement dit. La première partie est faite dans [illegible] broyeur à mâchoire ou au marteau à main. En général, le cassage dans un concasseur à mâchoire donne beaucoup de menu qui est peu facil[illegible] trier à la main et l'emploi du marteau est bien préférable. Les dimensions qui donnent le triage à la main le plus effectif dépendent trop des con[illegible]tions locales pour qu'on puisse donner des règles à ce sujet.

Quand le minerai est brisé, de l'une ou l'autre manière, on le tam[illegible] pour séparer le menu qu'on envoie directement à l'usine pour être tra[illegible] Des hommes ou des garçons trient les morceaux qui restent. En Euro[illegible] ce sont surtout de jeunes garçons que l'on emploie à ce travail: ils deviennent très adroits et sont beaucoup moins payés que les hommes tandis qu'ils sont plus actifs et travaillent mieux. Les résultats d[illegible] triage dépendent beaucoup de la manière dont le minerai est présenté [illegible] trieurs. Ceux-ci peuvent être assis le long de tables sur lesquelles ils p[illegible]cent le minerai à trier mis en tas ou dans des boites. Une bonne méth[illegible] consiste à amener le minerai sur une table circulaire qui tourne lente[illegible] et autour de laquelle se tiennent les trieurs. On peut aussi l'amener [illegible]sporteur formé d'un tablier sans fin où les [illegible] miner.

La figure 17 représente une table rotatoire fab[illegible] Chalmers Co. de Chicago.

Le minerai cassé est amené sur la table par [illegible] le mouvement de cette table [illegible] qui le jette dans une trémie de wagonets ou [illegible] des garçons debout [illegible]

[illegible]

Les [illegible]

décrire; remarquons toutefois qu'on les place souvent dans l'usine entre les broyeurs. "The Robins Belt Conveying Co." fait une toile spéciale qui est employée dans beaucoup d'usines; elle est épaisse et mesure de

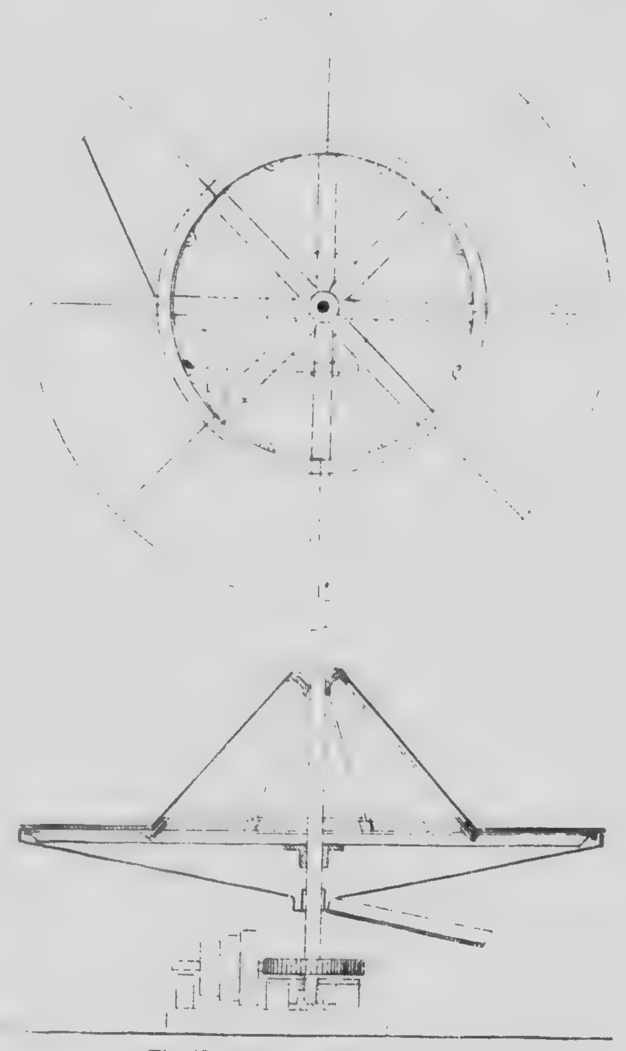


Fig. 17.—Table de triage rotatoire.

[illegible] pouces de largeur; les galets qui la supportent ont une forme [illegible] la surface plate au centre est très étendue, tandis que les bords [illegible] és. Elle se déplace à des vitesses variant de 30 à 60 pieds [illegible] Par suite de son élasticité elle permet le cassage du minerai

à sa surface. L'avantage des tabliers en caoutchouc est qu'ils n'ont pas de maillons, qui s'usent facilement, et qu'il n'y a pas d'ouvertures où des morceaux de minerai puissent se coincer.

Pour que triage soit satisfaisant, il faut que l'éclairage soit bon car bien souvent le minerai riche est peu facile à distinguer du minerai pauvre; il faut aussi que la surveillance soit facile; un point essentiel est que le minerai soit placé de manière à ce que tous les morceaux soient visibles et que tous puissent être facilement atteints par les trieurs.

En Europe, surtout dans les vieilles usines de la forêt de Bohême, le triage à la main est poussé à un point que ne sauraient adopter les usines modernes. Dans les conditions ordinaires, le triage est la première opération du traitement à l'usine. Tout le minerai de la mine après avoir été cassé de dimensions convenables passe sur un tamis d'où les gros morceaux vont à la table de triage, tandis que le menu est envoyé au broyeur suivant.

Séparation mécanique.

Avant de donner une description des méthodes employées il est nécessaire pour en bien comprendre le principe, de décrire les appareils qui ont donné de bon résultats dans la pratique de ces procédés. Il faut remarquer cependant que nous ne donnons nullement dans ce chapitre une liste complète de tous les appareils, car dans beaucoup d'usines on a construit des appareils spéciaux qui sont secrets et dont on ne peut se procurer la description. A l'exception de quelques-uns de ces derniers, les machines employées dans les usines à graphite ne diffèrent pas sensiblement de celles employées pour la séparation mécanique des autres minéraux; seuls leur mise en marche et leur réglage exigent quelquefois des soins spéciaux.

Machines employées dans la séparation par la voie sèche.

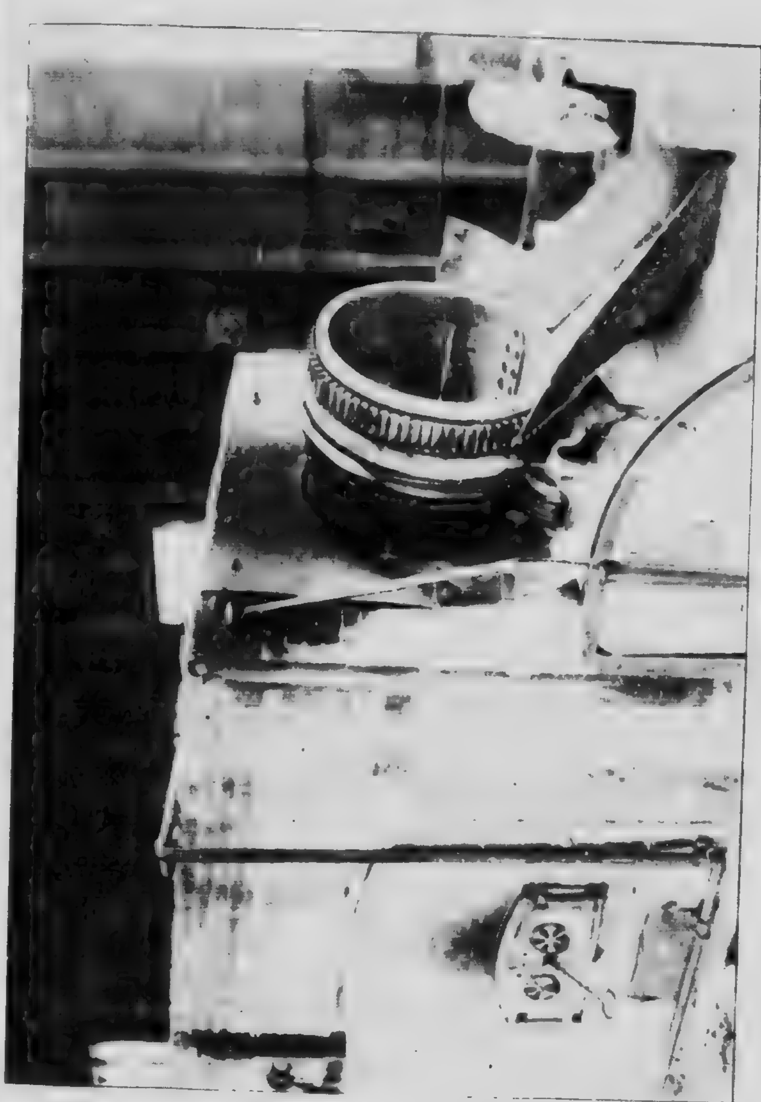
Séchage des minerais.

Il est rare qu'un minerai fraîchement exploité soit assez sec pour pouvoir être traité immédiatement par voie sèche. La plupart des minerais sont très humides et ils renferment jusqu'à 15 pour cent d'eau de carrière. On dessèche le minerai:

1. Par exposition à l'air.
2. Au moyen de tuyaux parcourus par la vapeur.
3. Par la chaleur directe.

1.—*Séchage à l'air.*—On laisse le minerai étendu sur une aire de planches en couches de 2 ou 3 pouces d'épaisseur. Si le temps est favorable, la dessication est suffisante pour permettre le traitement du minerai au broyeur et au concentrateur pneumatique. Par temps pluvieux le travail

PLANCHE XIV



Séchoir rotatif.

est entravé, et cette méthode ne peut être employée en hiver surtout dans les pays à climat rude. Etant donné ses aléas, cette méthode a des applications très limitées.

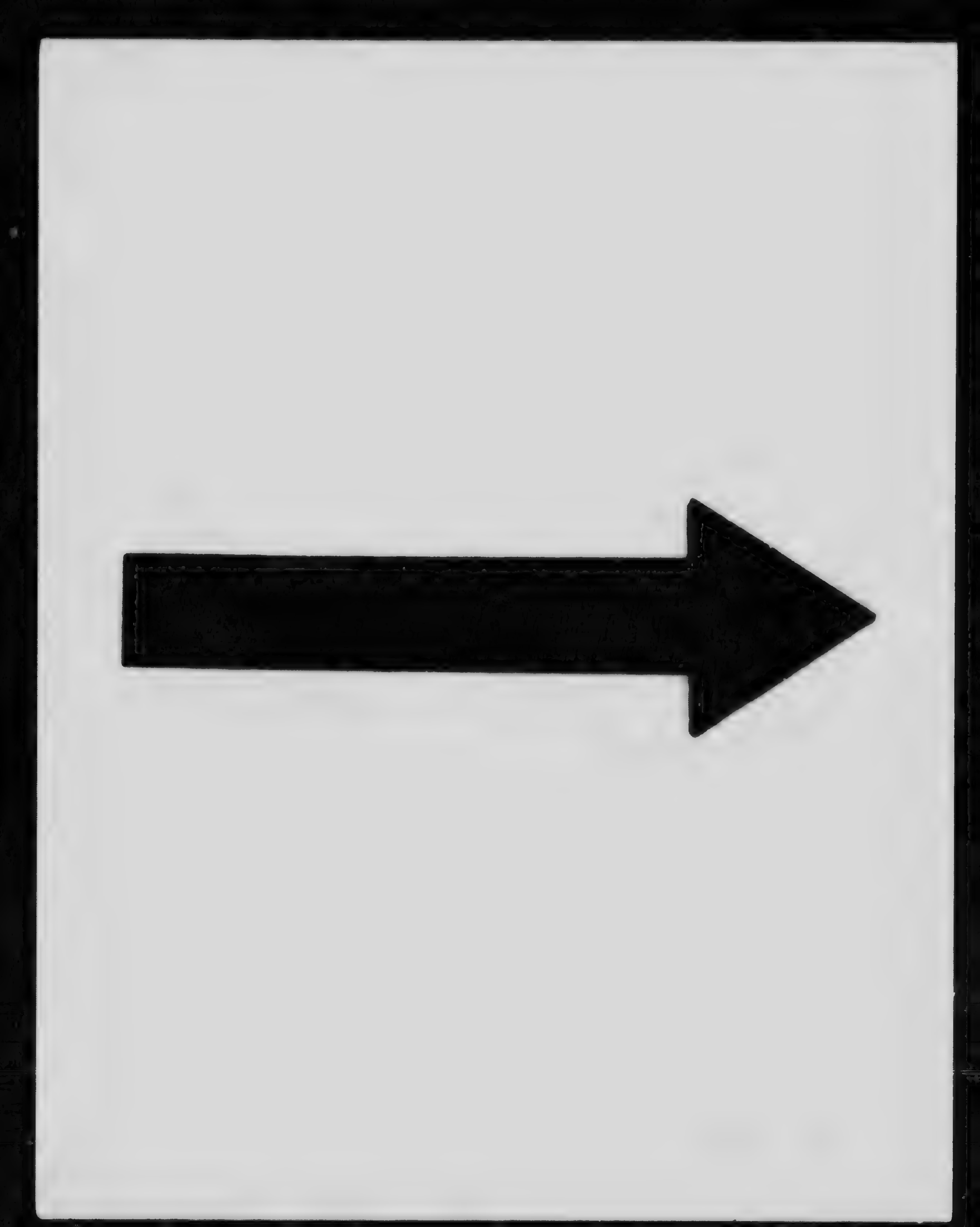
2.—*Séchage à la vapeur.*—On place sur le plancher d'un hangar parallèlement l'un à l'autre et à petite distance les uns des autres un certain nombre de tuyaux d'un pouce et demi ou de 2 pouces réunis bout à bout et qu'on met en communication par l'intermédiaire d'un tuyau plus large avec le tuyau d'échappement d'une machine à vapeur; l'autre extrémité est laissée ouverte pour l'échappement de la vapeur. Quand on a beaucoup de minerai à manier on établit généralement une voie au milieu du hangar, ce qui permet le déchargement du minerai à n'importe quel endroit. Tout le minerai desséché est pelleté dans une toile sans fin convenablement située qui l'amène aux broyeurs. Ce dispositif a donné de bons résultats dans les mines où le minerai contient peu d'eau de carrière; il n'exige aucun combustible supplémentaire, les frais d'entretien sont presque nuls et il n'y a aucun danger d'incendie.

3.—*Séchage par la chaleur directe.* — On entend par là l'emploi d'un séchoir rotatif ou d'un séchoir à déplacement naturel. Cette méthode est de beaucoup la plus rapide pour les usines à grande production car on peut aussi obtenir une température de 2500 ou 3000 F., tandis que par la vapeur 230° à 330°F sont les limites dans lesquelles la température se maintient; encore cette température est-elle celle de l'intérieur des tuyaux, tandis que le minerai est à une température bien moindre.

Il est nécessaire d'établir ces séchoirs avec beaucoup de soins si l'on veut être sûr de leur bon fonctionnement; toutes les parties métalliques devront être construites de façon à permettre les dilatations ou contractions qui pourraient se produire. Tous les galets de roulement et les points d'appui du séchoir devront être larges afin d'éviter les déplacements que pourraient causer le tassement des maçonneries ou les fortes températures. On doit s'assurer de la bonne qualité des joints et rivets car sans cela, sous l'influence des contractions et dilatations répétées, des fuites ne tarderaient pas à se produire. Pour le séchage tout minerai doit d'abord être brisé en cubes de 2 pouces de côté au maximum car il n'est pas avantageux de sécher de gros morceaux; il sera admis dans la suite, que tout minerai a été broyé avant d'être envoyé au séchoir.

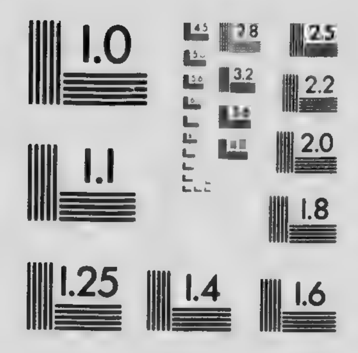
Séchoir rotatif.

Le séchoir rotatif représenté sur la planche XIV est formé d'un long cylindre construit en fortes tôles d'acier et il repose à chaque extrémité sur un chemin de roulement; afin de permettre la dilatation de l'enveloppe et de prévenir en même temps son déplacement par rapport aux galets, ceux-ci sont cylindriques à l'extrémité du séchoir la plus élevée,



MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

(ANSI and ISO TEST CHART No. 2)





tandis qu'ils ont une gorge à l'extrémité la plus basse. Le séchoir a de 30 à 40 pieds de longueur et de $2\frac{1}{2}$ à 4 pieds de diamètre, il est incliné à 7 . L'enveloppe est entourée d'une maçonnerie de briques et seules les extrémités portant les chemins de roulement sont exposées. L'espace libre laissé autour de l'enveloppe est de 6 pouces à la clef.

A l'extérieur du cylindre, se trouvent des lames qui brassent le minerai et activent ainsi le séchage en rendant la masse plus accessible au courant d'air chaud qui traverse l'appareil. Le feu peut être placé soit directement sous l'enveloppe, soit dans un foyer en briques situé sur le côté, soit à la partie inférieure du cylindre; la flamme entoure l'enveloppe et les gaz s'échappent par une cheminée placée à la partie la plus élevée du séchoir.

Quelquefois il y a deux foyers et la cheminée se trouve au milieu de la maçonnerie.

Le cylindre tourne à raison de six à huit révolutions par minute. Le minerai chargé à la main ou automatiquement, avance graduellement tout en étant remué par les lames et se déverse à l'extrémité dans la toile sans fin qui l'emporte dans le silo. La capacité de ces séchoirs varie de 50 à 75 tonnes par journée de travail suivant la dimension du minerai et la quantité d'eau de carrière qu'il contient. On met le cylindre en mouvement à l'aide d'une chaîne sans fin ou par engrenage.

Le grand avantage du séchoir rotatif sur les autres systèmes de séchage est sa continuité et aussi la rapidité de l'opération.

Quand le chargement est automatique, il suffit d'un homme pour surveiller l'appareil; s'il ne l'est pas il en faut deux. La dépense de combustibilité par journée pour un séchoir des dimensions représentées sur la planche XIV est d'environ $3.50 en comptant le bois à $2.00 la corde pour le bois mou et $3.00 pour le bois dur.

Séchoir à déplacement naturel.

Ce séchoir (Fig. 18) consiste en une chambre prismatique formée de plaques de tôles et presque verticale, terminée par une trémie au sommet et par une porte de vidange à la base. Toute le long de la paroi inférieure à l'intérieure se trouve une série de plaques en escalier. Il y a un orifice dans la paroi entre le bord inférieur de chaque plaque et le bord supérieur de la suivante et la chaleur du foyer pénètre par là et traverse le minerai qui descend sous l'action de la pesanteur dans le sens contraire. Une série de traverses empêchent le minerai de descendre plus vite que ne le permet le débit réglé par l'orifice de vidange. Ces traverses règlent l'épaisseur de la couche de minerai et sont d'autre part assez hautes pour permettre le passage de celle-ci sans arrêt.

Le minerai est fourni dans la trémie, par un broyeur ou autrement, et rencontre en tombant l'appel d'air chaud provenant du foyer, que provo-

que la cheminée à travers les orifices que nous venons de décrire. Seuls les forces naturelles contribuent à faire mouvoir en sens contraire l'air chaud et le minerai et il n'y a dans ce séchoir aucun engrenage ou chemin de roulement.

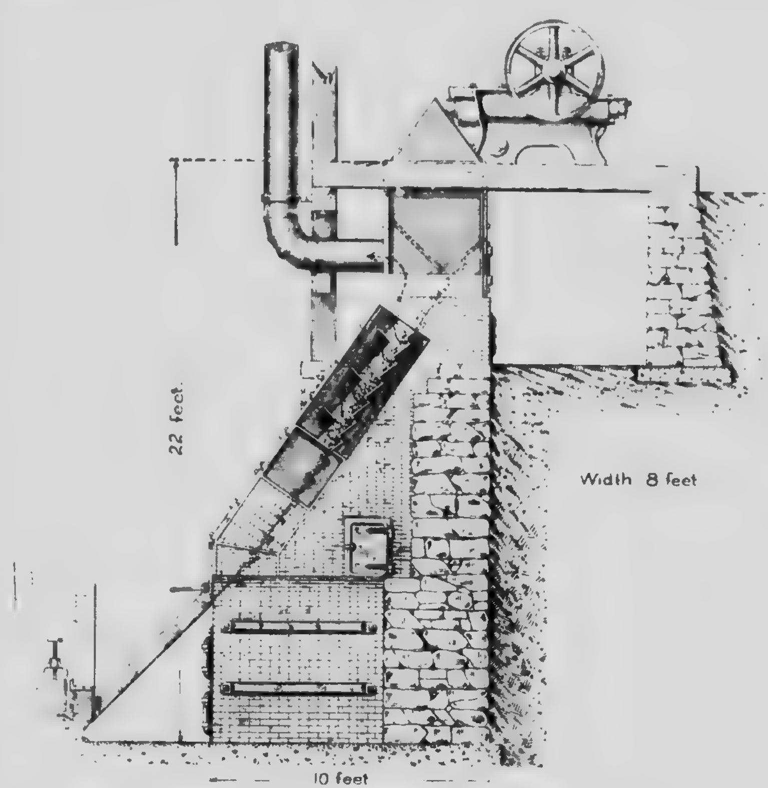


Fig. 18.—Séchoir à déplacement naturel, fabriqué par "The Krom Machine Works" Jersey City, N.-J.

Le séchoir occupe une superficie de 8 pieds par 10 pieds et une hauteur de 18 pieds. Le foyer peut être construit avec les portes sur les côtés ou en arrière. Cet appareil peut être employé où l'espace est limité.

Concasseurs.

Les concasseurs ar artiennent à deux catégories:

1. Les concasseurs à mâchoire qui travaillent d'une manière intermittente.

2. Les broyeurs rotatifs qui sont continus.

Concasseurs à mâchoire.

Le premier concasseur dans lequel passe le minerai est toujours un concasseur à mâchoire. On l'emploie pour le concassage nécessaire avant de livrer le minérai aux cylindres. Il est solide et facile à manier. La roche est écrasée entre deux mâchoires, l'une fixe, l'autre mobile et animée d'un mouvement oscillatoire puissant. Le réglage des mâchoires et la dimension du minerai broyé dépendent de l'appareil auquel est envoyé ensuite ce minerai. On peut n'employer qu'un seul concasseur pour préparer le minerai avant de le passer dans les cylindres ou autres broyeurs destinés à le réduire en poussière, mais pour obtenir un bon rendement il est préférable d'employer deux concasseurs de grosseur différente et de tamiser le minerai entre les deux broyeurs; le second concasseur rend le travail du broyeur plus facile.

Comme les gros morceaux se délivrent mal automatiquement et exigent de plus d'être distribués irrégulièrement au concasseur, on alimente celui-ci à la main et à la pelle; on le fait aussi parfois à l'aide d'une trémie inclinée qui vient du silo à minerai, l'ouvrier faisant avancer le minerai à l'aide d'un rateau ou d'un crochet.

Les concasseurs à mâchoire se divisent en deux groupes d'après le mode de déplacement de la mâchoire.

1. Ceux où la mâchoire tourne autour d'un axe situé à leur partie supérieure, leur partie inférieure ayant le plus grand déplacement.

2. Ceux où la mâchoire est montée de la manière inverse.

Parmi les premiers on peut citer le broyeur Blake et parmi les seconds, le broyeur Dodge.

Dans le broyeur Blake, par suite du mouvement plus étendu de la partie inférieure de la mâchoire, des morceaux de dimensions différentes tombent à chaque rotation, tandis que dans le broyeur Dodge, la partie inférieure qui se déplace très peu ne laisse passer qu'un produit de dimension uniforme réglée par l'écartement des mâchoires. Ceci explique pourquoi le Blake fournit un plus grand rendement tandis que le Dodge donne un produit plus fin et plus uniforme.

Des deux concasseurs qui viennent d'être cités, il sem[illegible] que le Dodge est préféré dans les usines à graphite, par ce qu'il dé[illegible] toutes conditions égales, plus de menu.

Broyeurs rotatifs.

Ces broyeurs sont employés dans les usines à graphite et comme le principe de leur construction est bien connu et qu'on peut l'étudier dans le catalogue des fabricants, nous n'en donnons pas de description. Nous ferons seulement remarquer que pour les minerais de graphite et en particulier pour ceux qui sont très riches ou qui ont une gangue glissante,

l'emploi de ces broyeurs est limité par suite de la perte de travail à la nature glissante de la substance à broyer.

Réduction en poudre.

Les machines qui doivent réduire la roche en poudre la reçoivent du broyeur et ont pour but de séparer le graphite de sa gangue afin de le rendre prêt pour la concentration. Elles agissent soit par pression directe comme dans les cylindres laminaires, soit par la force centrifuge comme dans les broyeurs à boulets.

Cylindres lamineurs.

Ces cylindres sont composés de deux arbres sur lesquels sont montés deux cylindres de fonte, recouverts d'une enveloppe d'acier fondu ou de fonte durcie coulée en coquille; cette enveloppe forme la surface écrasante; l'un des axes est fixe tandis que les coussinets de l'autre peuvent se déplacer.

Dans quelques cylindres, les enveloppes sont faites d'acier au manganèse qui est plus dur et plus résistant et qui dure plus longtemps que la fonte durcie.

Les coussinets de l'axe mobile s'appuient sur de forts ressorts en spiral et la distance entre les cylindres est réglée par des boulons. Cette distance varie de rien à trois quarts de pouce. Il est très important de la régler d'après la dimension du minerai employé si l'on veut que les cylindres travaillent d'une manière satisfaisante. Dans certaines usines le minerai est de la grosseur d'une noix, dans d'autres il est beaucoup plus fin, en tous cas les cylindres doivent être ajustés en conséquence.

On emploie rarement du minerai plus gros qu'un pouce et trois quarts, et mêlé de poussière. On ne doit pas fournir trop de minerai à la fois au risque de voir la machine s'engorger, et, à moins qu'elle ne soit particulièrement forte et résistante, ce qui n'est généralement pas le cas, se briser, surtout si le mouvement est à engrenages et poulies.

Afin d'éviter cet ennui on emploie dans quelques usines des manches d'alimentation maintenues toujours pleines et qui délivrent le minerai par une vanne oscillante. On place quelquefois à la partie la plus basse des cylindres, de petites raclettes pour enlever la poudre qui adhère à leur surface.

Les modèles dans lesquels un des cylindres est de deux à trois pouces plus étroit que l'autre sont défectueux, car le plus petit taille par l'usure une gorge dans le plus grand. Tout aussi défectueux sont ceux où cette gorge est creusée intentionnellement. Ces modèles augmentent la friction, diminuent le débit et augmentent les frais d'entretien.

Les minerais de graphite étant généralement très glissants, (faible coefficient de friction) il est nécessaire que l'intervalle des deux cylindres soit plus grand, ou, ce qui revient au même, que les morceaux employés soient plus petits qu'ils ne le seraient avec les minerais usuels.

Les cylindres lamineurs sont faits en cinq dimensions, les cylindres ayant de 12 x 10 pouces à 36 x 18 pouces. Le rendement maximum est de huit tonnes et le minimum d'une tonne par heure; il dépend du produit obtenu; le travail nécessaire varie de cinq à vingt chevaux vapeur. Tous ces cylindres font de 125 à 150 tours à la minute.

Broyeurs à boulets.

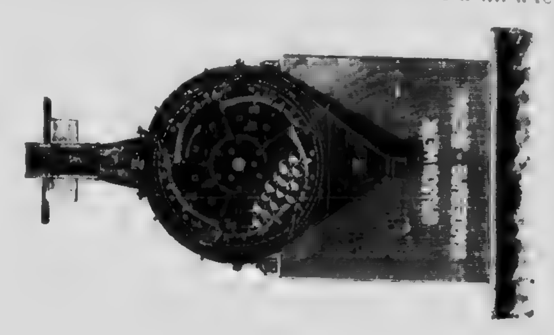
Il y a plusieurs modèles de ces broyeurs dans le commerce, dont le rendement est très élevé, prétend-on; mais l'auteur se bornera à décrire deux de ces machines qui ont été employées avec succès dans les usines à graphite; ce sont le broyeur Krupps ou Gruson et le broyeur à boulet américain.

La figure 19 représente un broyeur Krupps ou Gruson. C'est un grand tambour tournant sur un axe horizontal. A l'intérieur se déplacent un grand nombre de sphères de fonte durcie ou d'acier de différents diamètres. La mise en poudre est obtenue par le choc des boulets les uns sur les autres et contre le parois de l'enveloppe intérieure. Cette enveloppe est composée de plaques de fonte durcie à courbure circulaire et percées de trous; le bord de chaque plaque recouvre celui de la plaque précédente ce qui forme une série de degrés et les boulets subissent de ce fait des chutes successives; l'espace laissé libre sous ses degrés permet de plus le retour des poussières qui sont restées sur le tamis extérieur. A l'extérieur de l'enveloppe se trouve un tamis grossier fait de cinq plaques perforées et en dehors de celui-ci, un tamis formé d'une fine toile métallique. A l'extrémité de chaque segment de tamis se trouve une lame qui a pour but de ramener les poussières trop grosses dans l'appareil afin qu'elles soient de nouveau pulvérisées. Le minerai est introduit à une extrémité et passe à travers le tamis; une enveloppe avec un conduit à la partie inférieure entoure le tamis. Le broyeur est mû par engrenage; il peut être employé dans le traitement par voie sèche et dans celui par voie humide et il convient très bien au graphite. On emploie le minerai de la grosseur d'un oeuf.

Pour le broyage à sec, si l'on veut enlever la poussière très fine de graphite on réunit le conduit supérieur à une pompe à vide qui entraîne la poussière impalpable qu'on recueille ensuite dans une chambre spéciale. Toutes les parties soumises à l'usure sont faites de fonte durcie et d'acier fondu et les fabricants prétendent que grâce à l'expérience qu'ils ont acquise dans la fabrication des plaques de blindage en acier et du

matéri ! de guerre, ils ont réussi à donner un métal capable de bien résister .. l'usure des machines de cette nature.

Broyeur à boulets américain :—Ce broyeur représenté sur les figures 20 et 20a, est formé d'une enveloppe de fonte A attachée à un axe vertical B



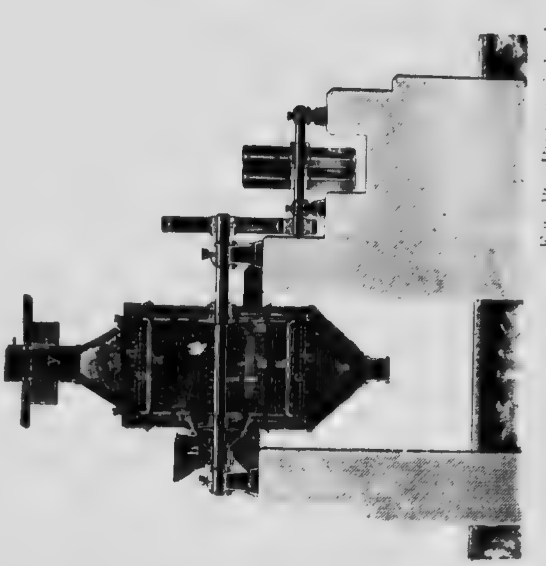


Fig. 19. Broyeur à boulets

et mise en marche par l'entremise d'une poulie G. A l'intérieur de cette enveloppe est une plaque de fer C ayant à sa périphérie (Fig. 20a) quatre trous demi-circulaires dans lesquels se déplacent quatre boulets d'acier pesant chacun 6 kilos. Cette plaque tourne en sens inverse de l'enveloppe par l'intermédiaire d'une poulie D. L'ensemble est contenue dans un cylindre E en fer galvanisé avec une trémie sur la face supérieure pris du centre et un conduit abducteur à la face inférieure. L'usure des boulets est empêché par de fortes pointes d'acier K fixées sur la plaque C comme l'indique la figure. Le broyeur fonctionne de la manière suivante :

le minerai introduit par la trémie H est projeté par la force centrifuge lors qu'il atteint la plaque C, contre la paroi et est écrasé par le poids des lourds boulets d'acier qui se déplacent en sens contraire. La poudre obtenue s'écoule par les ouvertures L tandis que les morceaux plus gros demeurent exposés à l'action des boulets. Ce broyeur est tout spécialement indiqué quand il s'agit de graphite et il a toujours donné de bons résultats.

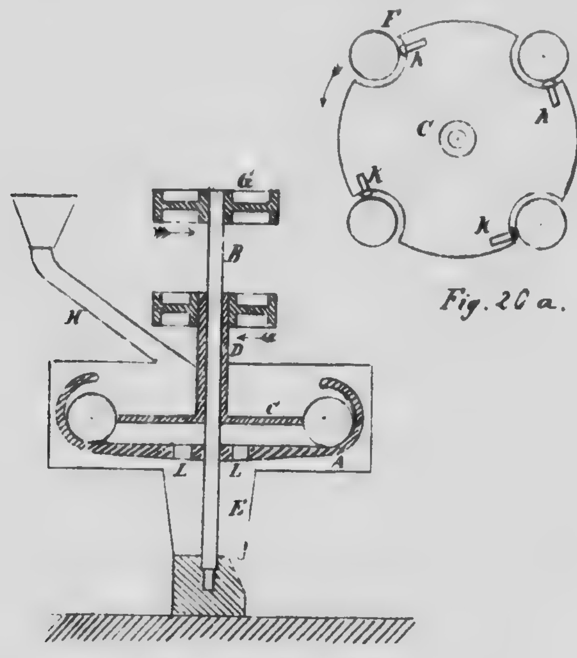


Fig. 20.—Broyeur à boulets.

Broyeur à émeri.

Un autre broyeur qui pulvérise les minerais de graphite d'une manière satisfaisante est le broyeur dit à émeri.

C'est un fait bien connu que les meules décrites plus loin s'usent plus vite à la périphérie qu'au centre. Dans le broyeur à émeri ces meules ont une enveloppe périphérique d'émeri. On les prépare avec une enveloppe de fer dans laquelle on place des morceaux d'émeri, le centre étant une meule ordinaire; on introduit des plaques de grès sur le champ entre les morceaux d'émeri aux endroits des cannelures; on verse alors du métal fondu (zinc, bronze ou fer) pour remplir les interstices laissés entre les blocs d'émeri et de grès. Ces meules ont rarement besoin d'être retaillées: les canelures sont faciles à tailler comme la substance est plus tendu à l'endroit où elles doivent se trouver.

Les broyeurs de cette catégorie (Fig. 21) sont faits avec des meules à axe vertical ou horizontal. Dans ceux à axe vertical la meule "gisante" A est solidement boulonnée à l'enveloppe B et est abaissée sur la meule "courante" C sur laquelle elle s'ajuste parfaitement. On fixe alors les vis de l'anneau D ce qui rend l'enveloppe et la meule supérieure immobiles. On éloigne ensuite la meule courante de l'autre à l'aide d'un volant à main E qui permet de régler leur distance et d'obtenir la finesse de mouture requise. Cet ajustement facile et exact est très avantageux car il permet à tout ouvrier d'obtenir de bons résultats. La meule fait de 300 à 350 tours à la minute; la production d'un broyeur de 42 pouces est d'une à trois tonnes par heure et il absorbe une force de 18 chevaux.

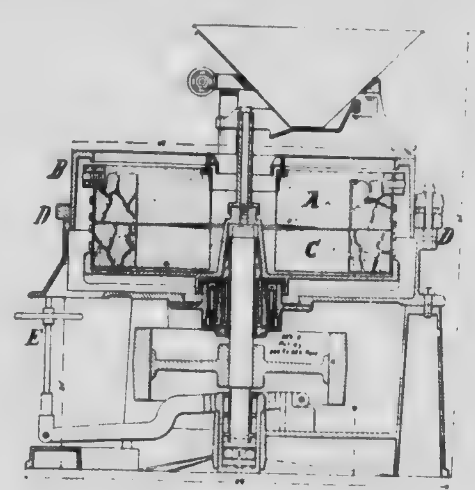


Fig. 21.—Broyeur à émeri de 42 pouces à axe vertical, fabriqué par la "Sturtevant Co.", Boston, Mass.

Dans les meules à émeri à axe horizontal, l'ajustement des meules s'obtient par un volant placé à l'extrémité de l'arbre. Un broyeur de 30 pouces ayant une capacité de deux à quatre tonnes par heure, suivant la finesse désirée, absorbe une force de 18 à 20 chevaux et fait 650 révolutions à la minute.

Broyeurs à meules.

Dans beaucoup d'usines on se sert de meules pour le polissage et aussi le broyage des lamelles. La figure 22 représente un type de meules qui a donné de bons résultats avec le graphite.

Un cadre en fonte A supporte une enveloppe cylindrique B dans laquelle tourne la meule "courante" R. Cette enveloppe est plus large que la meule comme l'indique la figure; elle est polie sur la tranche supérieure et de niveau.

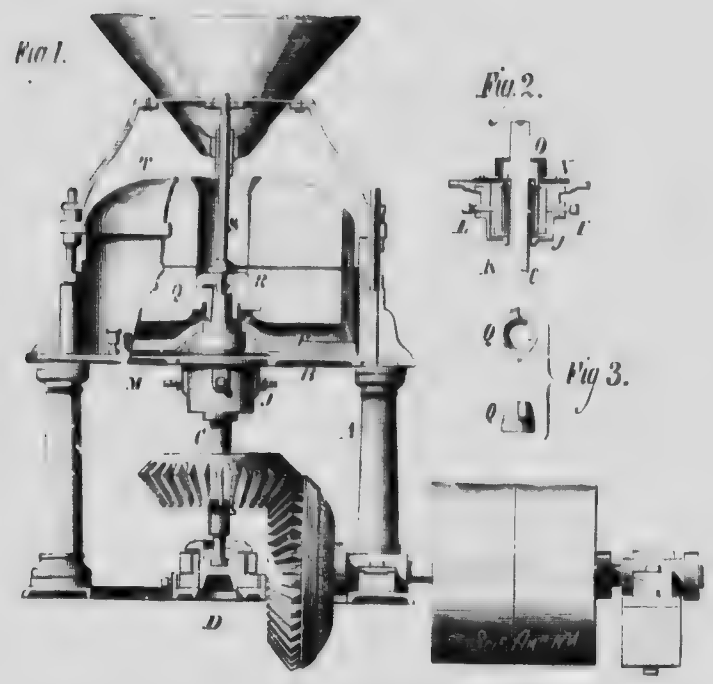


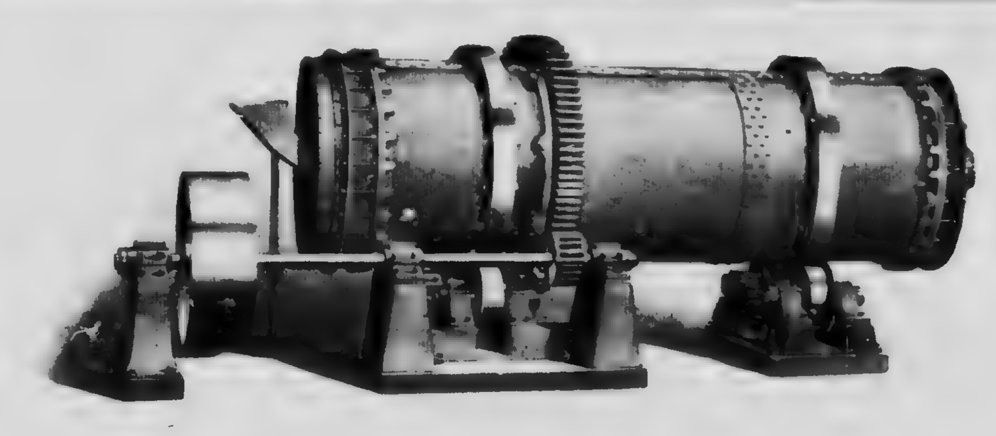
Fig. 22.—Broyeur à meules de la "Muson Bros. Co." d'Utica, N. Y.

A la partie inférieure du cadre A aboutit un arbre horizontal terminé par une roue à engrenage conique qui eng[illegible] sur un pignon fixe sur un axe vertical reposant dans une douille à rebord D. Celle-ci est supportée sur un levier reglable de telle sorte que les meules peuvent être plus ou moins écartées suivant la finesse de mouture désirée.

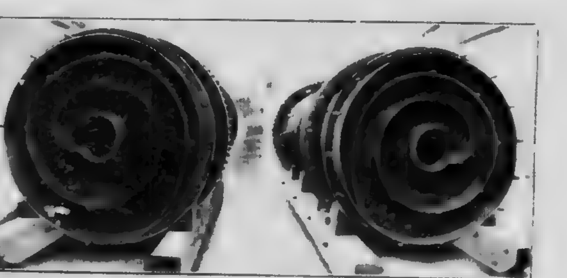
L'axe vertical C est muni d'un collier L placé dans une boite J, fixée à la partie inférieure de la plaque B. Cette boite cylindrique est coaxiale avec l'enveloppe et à l'intérieure se trouve des coussinets maintenus en contact avec le collier L au moyen de vis ou de tout autre dispositif. Le collier ne touche pas à l'arbre; la boite J est munie d'un tube central K qui passe entre le collier L et l'arbre comme l'indique le croquis 2 de la figure 22.

La pièce qui entraîne la meule est fixée à la partie supérieure de l'arbre C à l'aide d'une rainure et d'une clavette; elle repose sur la pièce Q et a la forme indiquée sur le croquis 3. Les deux cames s'emboîtent dans une cavité aménagée au centre de la meule courante et un coussinet mobile repose sur l'extrémité de l'arbre. Celui-ci est continué par la tige S dont le mode d'attache est indiqué sur la figure.

La meule fixe supérieure est attachée à l'intérieur d'une enveloppe



Tube-broyeur à galets construit par la "Abbé Engineering Co" de New York



Tête et queue de tube-broyeur Abbé.

en fonte par des vis. Cette enveloppe a sa tranche inférieure parfaitement plane et cylindrique de manière à ce qu'elle s'emboîte exactement avec l'enveloppe intérieure; elle a de plus un bourrelet parallèle à sa tranche; elle est maintenue en place par des écrous vissés sur des tiges filetées fixées dans l'enveloppe inférieure et qu'indique bien la figure. Sur le dessus se trouve une trémie avec le dispositif habituel.

Il est évident d'après la description précédente que par suite du mode d'entraînement de la meule, le parallélisme des faces des deux meules peut être maintenu pendant la marche de la machine. Le fait que le sommet de l'arbre est dans le même plan que les cames de la meule permet le déplacement de la meule dans tous les plans comme le ferait une suspension à la Cardan et ce qui ne peut être obtenu avec les autres dispositifs.

Tube-broyeur à galets.

Ce broyeur par suite de son rendement et de son bon fonctionnement a été récemment employé dans certaines usines à graphite; on s'en sert pour polir et broyer les lamelles et on peut ainsi débarrasser celles-ci de sable; il remplace avantageusement les anciennes meules, tandis que les autres broyeurs écrasent, contournent ou coupent le minéral. Les tubes-broyeurs agissent surtout par friction, effet obtenu par le glissement et le roulement d'un grand nombre de galets de silex ou de boules de porcelaine mélangés à la substance à broyer et mis en mouvement par la rotation du broyeur.

Cette méthode non seulement est simple et économique en force motrice, mais elle n'exige que peu de main-d'œuvre, pour le chargement et le déchargement qui peuvent être faits par de simples manoeuvres. Il n'y a aucune partie à retailler ou à aiguiser comme dans les broyeurs à meules, car l'usure est pratiquement nulle. Ces tubes-broyeurs ne sont pas des concasseurs et le minerai doit être finement écrasé avant d'être traité dans ces machines. Un de leurs avantages est que le minerai est introduit à une extrémité et enlevé à l'autre, la finesse du produit étant réglée simplement par la vitesse avec laquelle le minerai est introduit. On prétend que du minerai traité dans un tube-broyeur contient moitié plus de particules fines que s'il avait été traité dans tout autre broyeur. Le broyage est uniforme, à tel point même, prétend-on, qu'on n'a pas besoin d'employer de tamis.

La planche XV montre un de ces tubes-broyeurs à galets, fabriqué par la "Abbe Engineering Company", 220 Broadway, New York. Il est formé d'un long cylindre fait de plaques de chaudière épaisses et mesurant de 20 à 25 pieds de longueur et de 4 à 6 pieds de diamètre. Le tube est porté sur des chemins de roulement et est mû comme l'indique la figure. Le broyeur entraîne dans sa course les galets mêlés à la poussière de minerai et ceux-ci retombent avec le minerai et le pulvérisent.

Le tube est terminé par deux cloisons avec lames en spirale comme l'indique la planche XV. Cette modification est un progrès notable, car elle rend inutile un trou d'homme dans le cylindre ce qui nuisait à l'établissement d'une bonne enveloppe intérieure. La spirale est en contact à l'extrémité avec une plaque d'un pouce maintenue en place par des boulons que la figure montre sans écrou. Cette plaque bien plane a une ouverture à la périphérie à l'endroit où aboutit la spirale. C'est par là qu'on introduit le minerai. En avant de cette plaque se trouve une boîte en fer dans laquelle arrive le minerai par une trémie.

Concentrateurs.

Pour la concentration à sec du graphite on a inventé plusieurs appareils, mais on ne peut se renseigner sur leur fonctionnement, le secret en étant gardé par les intéressés. L'auteur peut seulement citer ceux d'entre ces appareils qui sont dans le commerce et semblent avoir été employés avec quelque succès. On peut distinguer ceux où la séparation se fait par l'air et ceux où elle se fait par quelque autre moyen. A la première catégorie appartiennent les séparateurs à air et à la seconde les concentrateurs centrifuges.

Séparation par l'air.

Séparateur pneumatique de Krom: -Cet appareil est employé dans beaucoup d'usines modernes, car il est simple, bon marché, peu encombrant et donne d'excellents résultats quand on sait s'en servir. Le travail est automatique, continu et peut être modifié suivant les nécessités.

Cette machine, comme l'indique la figure 23b, consiste en un soufflet B à valves d'arrêt empêchant le retour de l'air, qui provoque, à intervalles réguliers, le passage rapide d'air dans les tubes T ($\frac{1}{2}$ pouce de largeur en toile métallique à travers la paroi desquels il s'écoule en traversant .. couche de minerai. La séparation de la gangue et du graphite, se trouve ainsi effectuée. Les tubes en toile métallique T sont ouverts à l'extrémité pour recevoir l'air et à la partie inférieure pour qu'ils ne se bouchent pas par le minerai fin. On les place à $\frac{3}{16}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{8}$, ou $\frac{1}{2}$ pouce de distance, suivant la nature du minerai traité; plus celui-ci est fin, plus les tubes doivent être rapprochés. Le minerai est introduit en H et passe sous une raclette mobile G en formant une couche que l'air agite; le graphite se déverse par dessus une raclette mobile C. Les résidus qui remplissent l'espace libre sous les tubes descendent lentement et sont déchargés par le rouleau canelé R.

Le soufflet est mû par une came sur l'arbre principal avec six projections; celles-ci font descendre le soufflet à l'aide d'une tige fixée sur l'arbre; un ressort provoque le mouvement en sens inverse et donne ainsi

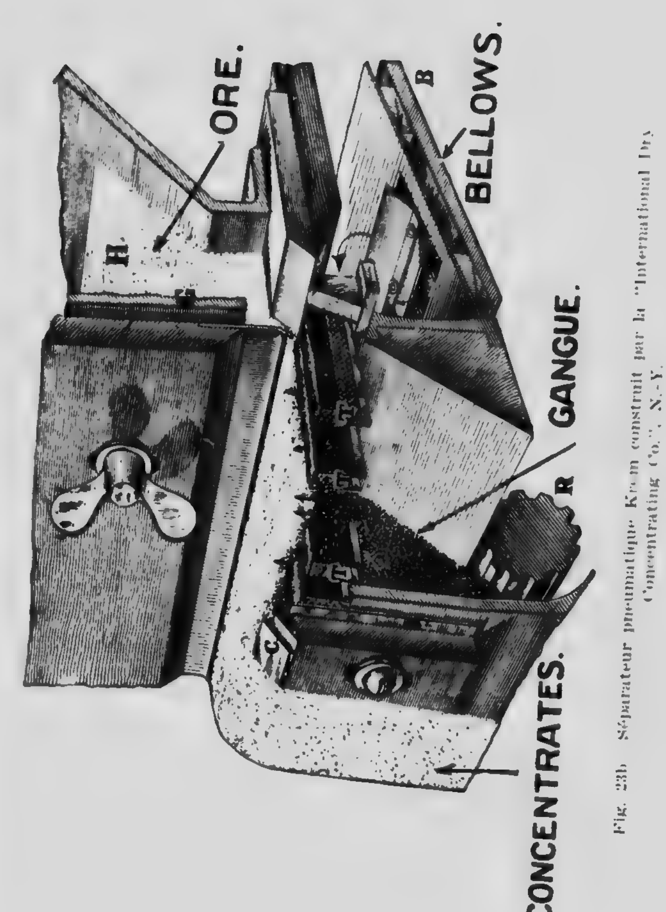


Fig. 23b Séparateur pneumatique Krom construit par la "International Dry Concentrating Co.", N.-Y.

une compression brusque; une courroie ajustable limite ce mouvement. Sur la came se trouve un tourillon ajustable qui sert de pivot à un cliquet agissant sur une roue à rochet pour faire tourner le cylindre R. Celui-ci fonctionne donc en même temps que le soufflet. La couche de minerai a quatre pieds de largeur. La machine donne 420 à 750 pulsations par minute. Elle traite de 300 à 600 livres par heure et absorbe une force de huit chevaux.

Le minerai le plus gros que l'on puisse tirer dans cette machine passe au tamis de 8 mailles, tandis que le plus fin passe sur le tamis de 140 mailles. En pratique, on passe le minerai deux fois: à la première on obtient du graphite très propre et à la seconde de la gangue exempte de graphite. L'appareil bien conduit donne de bons résultats, mais il n'est pas réglable

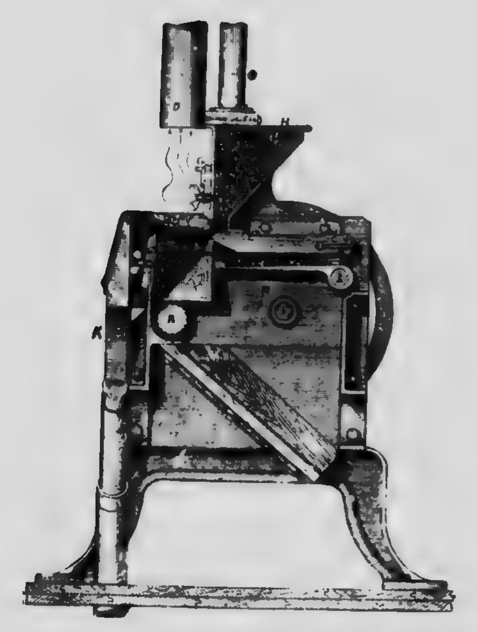


Fig. 23.—Séparateur pneumatique Krom, construit par la "International Dry Concentrating Co.", N.-Y.

automatiquement. Si donc le minerai est introduit trop rapidement, la plombagine est mêlée de gangue et s'il ne l'est pas assez rapidement on perd des lamelles de graphite. De plus, si le minerai arrive régulièrement mais est de composition variable, les débris passent plus riches quand le pourcentage en graphite est élevé, tandis que le graphite est impur si le pourcentage tombe au dessous de la normale.

Concentrateur pneumatique Hooper.

Le principe de cet appareil est le suivant: A travers la chambre A (Fig. 25) passe un diaphragme rectangulaire (a); celui-ci est formé d'un morceau de cuir dont le bord est fortement boulonné entre les deux sections de la chambre à air. A l'intérieur, il est attaché à un cadre de bois (b) renforcé par des traverses (c). Entre ces traverses et attachées à celles-ci sont deux feuilles de caoutchouc qui reposent sur une feuille de métal perforée. Le diaphragme est réuni à deux coussinets excentriques dans lesquels tournent deux excentriques fixés sur l'arbre principal C. Ces excentriques sont sur un manchon mobile (d) qui après avoir été ajusté peut être maintenu en place par une vis (e); l'ajustement du bras de l'excentrique est de ⅛ à ¼ de pouce. Le diaphragme est ainsi animé d'un mouvement qui lui fait comprimer de l'air dans la chambre

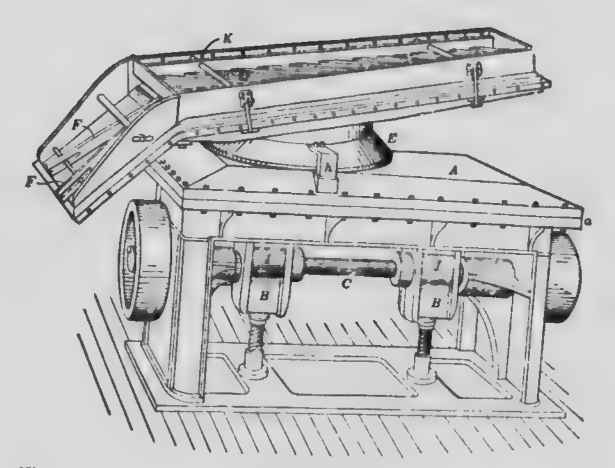
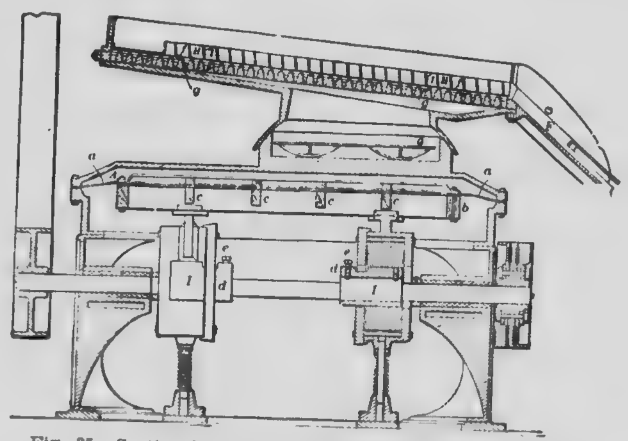


Fig. 24.—Apparence du concentrateur pneumatique de Hooper

A; cet air passe à travers le diaphragme fixe G qui a aussi des soupapes en caoutchouc et à travers le tamis (g), il atteint la toile (f) qui recouvre ce dernier. Sur cette toile repose le cadre concentrateur formé de deux séries de baguettes croisées faisant un angle de 30 à 40° avec les parois du cadre.


Fig .25.—Section longitudinale. Echelle de ¾ pouce au pied.

La série la plus basse de baguettes H est en cuivre; chaque baguette a 1/8 de pouce d'épaisseur et de 1/8 à 1/4 pouce de hauteur; elles sont espacées de 5/8 de pouce à un pouce et quart suivant le minerai à traiter. La série la plus élevée I passe par dessus la première et la traverse obliquement; les baguettes en sont en cuivre, ont un pouce et demi d'épaisseur, 3

pouces et demi de hauteur et sont écartées de 5/8 à 3/4 de pouce. Elles se terminent à deux pouces de la paroi gauche sur une distance de vingt-trois pouces à partir de l'orifice de décharge et elles laissent ainsi une coulée K pour la gangue et les débris. Le cadre concentrateur est mobile; il peut être incliné à volonté grâce au joint E qui est maintenu dans une position donnée à l'aide de deux pinces (h), diamètralement opposées. L'inclinaison maximum vers la décharge est de 11° et celle du côté concentrateur est de 5°; on la règle suivant la nature du minerai traité et suivant sa grosseur. En général plus il est gros et lourd, plus le séparateur doit être incliné dans les deux directions. Le minerai est délivré par une trémie placée à la tête du cadre concentrateur; on peut la déplacer et on peut en régler le débit par de petites vannes.

On comprend, d'après la description de l'appareil, que quand du minerai compose de particules de densités différentes est placé sur le cadre concentrateur, l'air chassé à travers la toile, comme on vient de le voir, fasse descendre les morceaux les plus lourds au contact de la toile où, dirigés par les baguettes basses, ils sont emmenés vers l'orifice de vidange de la gangue. Quand il y a sur la table une couche uniforme de ½ ou ¾ de pouce et que les différents produits commencent à couler régulièrement à la partie inférieure du cadre, on les dirige vers leur destination à l'aide de canaux séparés par des baguettes de bois. Les différents minéraux les plus lourds sont arrêtés par les côtés du cadre concentrateur; ils s'étalent en une bande nettement délimitée sous l'action des baguettes supérieures; les minéraux les plus denses après ceux-ci se placent à côté, et la séparation des minéraux est très nette si leurs densités sont suffisamment différentes.

Pour obtenir de bons résultats, le minerai traité doit avoir moins de 2m/m et doit être relativement uniforme; on doit par exemple l'isoler entre les tamis 20 et 30, ou bien 30 et 40, 40 et 60, 60 et 80, 80 et 120, 120 et 250. La vitesse de la machine varie de 350 révolutions par minute pour du minerai grossier, à 450 pour du minerai fin. Cette variation de vitesse est obtenue par des poulies coniques. La quantité d'air comprimé varie avec la longueur du bras de l'excentrique que l'on ajuste à l'aide des manchons mobiles. Plus le bras est long, plus il y a d'air comprimé. La plupart des machines sont maintenant munies d'un dispositif d'ajustement qui permet le réglage de l'excentrique sans arrêter l'appareil. La production de ces machines varie de 9 à 16 tonnes par journée de 24 heures, suivant la nature du minerai traité; la force absorbée est de un cheval et quart à deux chevaux.

Séparation par d'autres moyens que par l'air.

Dans leur forme la plus simple, les machines de cette classe consistent en un distributeur rotatif et un récepteur fixe. Le minerai doit être abso-

lument sec, uniforme et analogue à du sable fin ; il est introduit dans un distributeur qui le projette avec une vitesse uniforme ; les particules ayant même dimension ou approximativement, celles qui ont la plus faible densité tombent avant les autres par suite de la résistance de l'air et on les reçoit dans un premier compartiment ; les particules les plus lourdes tombent dans un autre compartiment plus éloigné. C'est d'après ce principe qu'ont été construits le séparateur Pape-Hanneberg et le séparateur centrifuge Clarkson-Stanfield. On a essayé ces machines avec des minerais de graphite contenant des minerais métalliques mais les résultats n'ont pas été publiés. Il semble, en tous cas, qu'elles ne conviennent pas aux minerais habituels dont la gangue est légère et de même densité que le graphite, ce qui ne permet pas une séparation par la force centrifuge.

Le séparateur le Mumford et Moodie est basé sur le même principe mais un courant d'air intervient. Nous en donnons une description vu son emploi courant en Amérique et en Angleterre pour le traitement des différents minerais.

Ce séparateur comprend un disque horizontal D tournant à grande vitesse (Fig. 26). Le minerai est déchargé sur celui-ci d'une manière continue par la trémie C. Les particules sont projetées dans toutes les directions mais sont arrêtées par un tronc de cône renversé qui entoure le disque. Dans l'espace annulaire ainsi limité un courant d'air est produit par un ventilateur A qui tourne avec le disque. Les particules les plus légères sont entraînées et vont se déposer dans la chambre E ; l'air est réaspiré en G par des plaques perforées. La machine est construite en trois dimensions, de 3 pieds et demi à 6 pieds de diamètre, et elle traite de 1 à 4 tonnes par heure. Son avantage tient à son peu de volume comme tamis pour séparer la fine poussière de la poussière plus grossière. Il y en a deux cents en usage en Angleterre et en Amérique.

Appareils employés pour le traitement par la voie humide.

Beaucoup de machines ont été employées pour le traitement par la voie humide mais peu semblent l'avoir été avec succès. Parmi c[illegible]ernières on peut citer les cylindres lamineurs, les broyeurs à boul[illegible], les meules à axe horizontal. Dans beaucoup d'usines on se sert de [illegible]ards, mais ceux-ci donnent de faibles rendements, vu le manque de surface tamisante, tandis que le minerai ne peut s'échapper du mortier autrement qu'en passant dans les mailles du tamis. Leur emploi dans les usines à graphite a donc été abandonné. Le meilleur rendement d'un bocard pour le tamis de 30 mailles est de 60 livres par cheval-vapeur. Les cylindres laminaires donnent d'autre part un excellent rendement, celui-ci étant environ quadruple du précédent ; on peut les employer pour le traitement humide jusqu'au tamis de 20 mailles avec d'excellents résultats et jus-

qu'au tamis de 40 mailles avec des résultats satisfaisants s'il y a peu de talc et de matières argileuses dans le minera

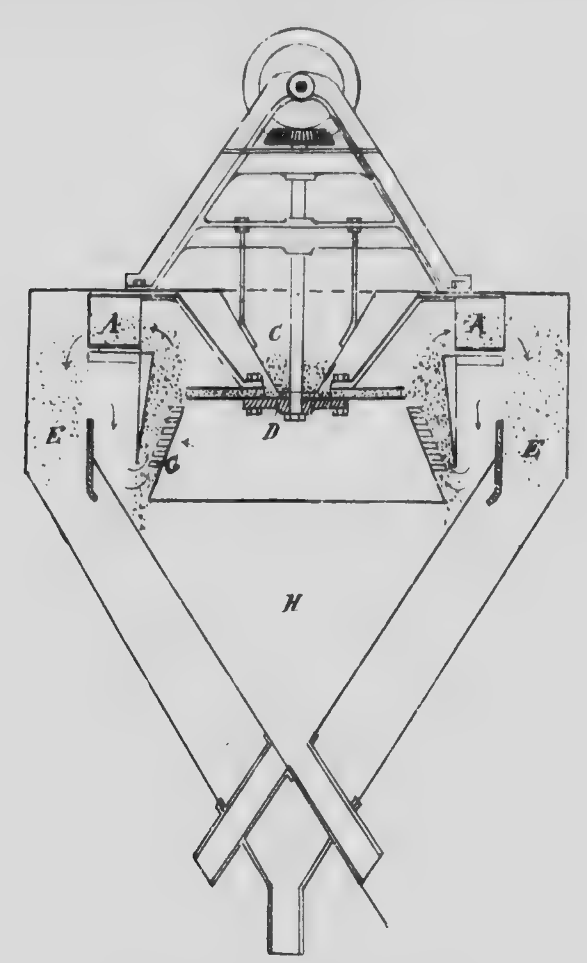


Fig. 26.—Séparateur de Mumford & Moodies.

Le broyeur à boulets convient aussi parfaitement pour cette sorte de traitement. Un bon broyeur de ce type a une grande surface tamisante et la substance pulvérisée s'échappe facilement pour passer sur le tamis. Le produit obtenu est grenu et le rendement élevé. Le seul inconvénient est la quantité de métal usé par tonne de minerai broyé. Le broyeur à boulets réunit dans une seule machine, un broyeur, un tamis et un appareil élévateur. Le peu d'espace qu'il occupe le rend particulièrement désirable là où l'on dispose de peu de place.

Meules à axe horizontal.

Ces meules tournent dans une auge circulaire dont le fond est en pierre ou en fer. Le broyage se fait sous un effort combiné d'écrasement et de déchirement produit par le mouvement à la fois de roulement et de glissement des meules. On emploie beaucoup cet appareil dans les usines de Bavière et d'Autriche, car sa simplicité évite bien des ennuis et les résultats obtenus avec le graphite sont très satisfaisants. Le rendement est faible comparé aux autres machines mais on prétend que le travail est mieux fait. La ligne médiane de la surface périphérique roule sur le minerai tandis que les bords glissent, le bord extérieur, en avant, le bord intérieur, en arrière. La figure 27 représente une machine de cette

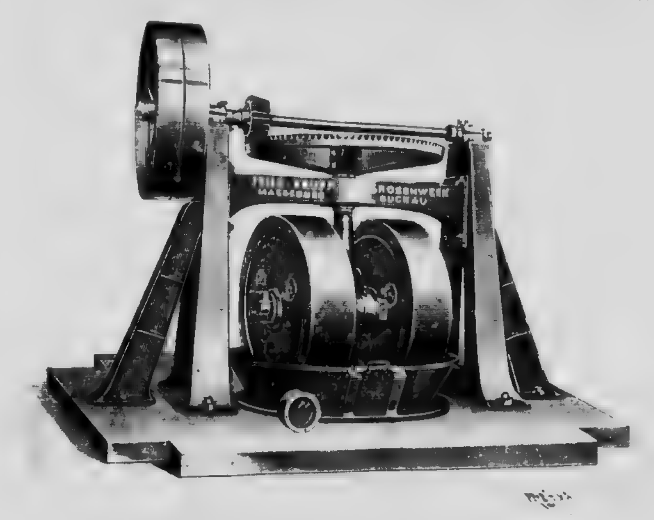


Fig. 27.—Meules à axe horizontal.

nature. Les meules ont des anneaux d'acier laminé détachables et sont mobiles autour d'un arbre en fer horizontal qu'elles enserrent dans des coussinets et qui tourne lui-même autour d'un arbre vertical. Les coussinets des meules sont généralement ajustables en hauteur de façon à compenser l'usure des meules. A l'arrière de chaque meule est attachée une brosse métallique ou une raclette qui répartit la poudre et enlève les amas qui adhèrent à l'auge. Le minerai à pulvériser est chargé à la pelle ou par une toile sans fin ; il provient d'un broyeur Blake. On peut employer ces appareils mouillés ou à sec, mais pour le graphite on préfère généralement la voie humide. On place un tamis dans l'auge et le minerai pulvérisé passe à travers. Si un certain degré de finesse est exigé il faut se servir d'un tamis rotatif qui sépare les parties les plus fines. Les parties grossières sont renvoyées à la meule.

Le tableau suivant donne les chiffres relatifs à des meules fabriquées par Krupp de Magdebour.

TABLEAU 38

Diamètre des meules Milimètres	Largeur de la meule mm.	Révolutions par minute	Force consommée Ch. vap.	Capacité par heure Kilos	Poids de l'appareil	Poids d'une meule Kilo-
500	125	45	0.5	35	850	16[illegible]
800	200	30	2.00	150	2,950	62[illegible]
1,000	250	25	4.00	250	4,100	1,000
1,500	400	15	8.00	800	12,800	3,000
2,000	500	12	12.00	1,600	27,000	6,800

La construction du moulin à cylindres Bryan est basé sur le même principe que le broyeur précédent, mais trois meules sont employées au lieu de deux. L'arbre central est vertical et concentrique à l'auge; à son sommet est attachée une pièce qui supporte les coussinets de l'arbre moteur horizontal. Au dessous est fixé le pignon qui met en mouvement l'arbre vertical. L'axe horizontal qu'enserrent les coussinets des meules est placé plus bas.

On prétend que cette machine est très bien adaptée au broyage fin qui doit précéder le triage par sédimentation.

Classeurs.

Ces appareils ont pour but de permettre le dépôt par sédimentation du minerai pulvérisé. On les divise en deux classes:

1.—Ceux qui donnent une série de produits de grosseur déterminée et prêts à être traités.

2.—Ceux qui séparent simplement le minerai de l'eau. A la première classe appartiennent les classeurs; à la seconde les cuves à sédimentation Toutes ces machines ont un courant d'eau qui entraîne les grains restés en suspension. Dans le traitement habituel des minerais par la voie humide, dans le cas des minerais métalliques lourds par exemple, les modèles employés sont nombreux et varient avec la substance à traiter; pour le graphite, il n'y en a qu'un petit nombre qui soient avantageux, par suite des densités presque égales du minerai et de sa gangue.

C'est parmi les classeurs qu'on range les "Spitzkasten" (boîte en pointe); ce sont des trémies à section rectangulaire; elles servent à trier le minerai au sortir des cylindres ou des meules. Celui-ci passe dans plusieurs de ces trémies, chacune d'elles délivrant directement une grosseur différente dans les concentrateurs. La séparation est ainsi facile et se fait sans main-d'oeuvre. En outre ces Spitzkasten éliminent le surplus d'eau qui nuirait au travail de concentration.

La première boîte est étroite ce qui fait que le courant d'eau y est vif et que seul les gros grains s'y déposent ; le reste est entrainé dans la boite suivante, plus large et où, par suite du mouvement ralenti de l'eau, une nouvelle quantité de minerai se dépose. L'eau passe ainsi dans des boites de plus en plus larges.

La figure 28 (a) et (b) représente l'une d'elles ; (a) en est une section longitudinale et (b) une section transversale. Le minerai arrive des

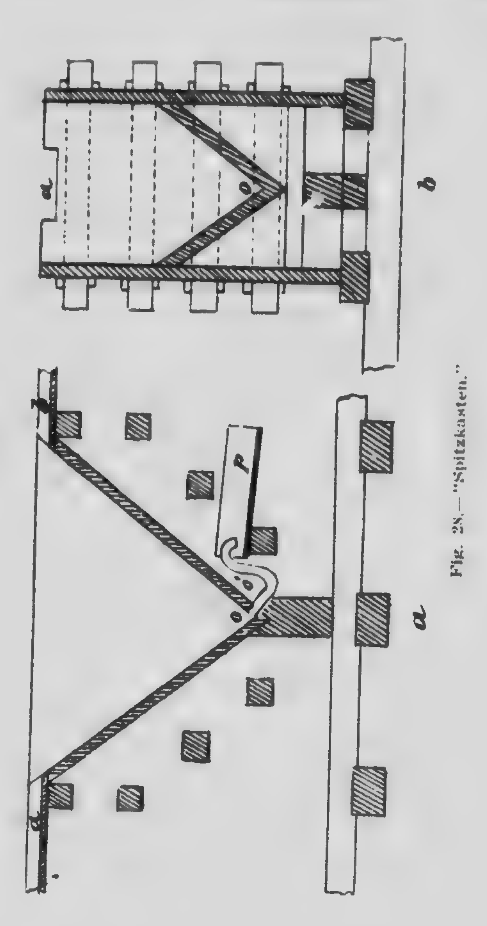


Fig. 28.— "Spitzkasten."

broyeurs (a), les particules se déposent en (o) et s'écoulent par le conduit relevé (o') dans l'auge (p). Le minerai le plus fin, entraîné par le courant passe pardessus le déversoir (b) dans la boite suivante. Le conduit (o') remonte pour diminuer la rapidité de l'écoulement de l'eau de la boîte.

Pour que cet appareil donne de bons résultats il faut tenir compt dans sa construction de la théorie et de ce qu'a enseigné la pratique. La largeur des boites est très importante; elle dépend de la quantité de mi nerai qui passera dans une boite dans l'unité de temps, du degré de finesse et de la densité des particules solides. L'expérience a prouvé que la pre mière boite, celle où se déposent les plus gros grains de minerai doit avoi 1/10 de pied de largeur pour chaque pied cube de liquide qui la travers par seconde. Chacune des trois boites suivantes doivent avoir deux fois la largeur de la boite précédente. Les parois sont inclinées à 50° sur le plan horizontal ce qui détermine la profondeur.

Un autre appareil employé pour trier le minerai d'après la grosseur des grains est le "Spitzlutte". Le minerai délayé est soumis à un courant d'eau ascendant dans un espace limité et les particules qui sont assez lourdes pour se déposer malgré le courant sont éliminées par un orifice de décharge à la partie inférieure; le reste est entraîné dans la cuve sui vante où il rencontre un courant moins fort et ainsi de suite. Le courant d'eau de chaque cuve ayant une force moindre que celui de la précédente on obtient des gros grains dans la première et des particules fines dans la dernière.

La figure 29 représente un "Spitzlutte" ajustable. Il est formé d'une boite a section transversale V dont les parois (b) sont inclinées à 60°. A l'intérieur se trouve un prisme (c) qui peut être abaissé ou relevé par des

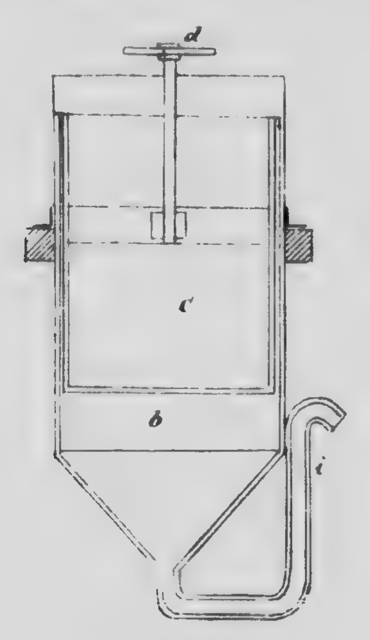


Fig. 29.—Spitzlutte.

ris (d). Ce prisme est concentrique à la boite, et, entre les parois de l'un et de l'autre passe le courant. D'après Richards, la longueur du conduit ainsi formé doit être de 914 millimètres pour le minerai grossier; une moindre longueur serait insuffisante et une plus grande est inutile. La largeur doit être de [illegible] millimètres et l'épaisseur dépendra de la dimension des grains à entraîner et de la quantité d'eau qui forme le courant. Un appareil ayant les dimensions ci-dessus, pour traiter 283 litres (10 pieds cubes) à la minute exigerait une épaisseur de 61 millimètres pour un courant de 125 millimètres à la seconde. L'orifice du tuyau (i) est réglé par un obturateur; on en possède plusieurs de dimensions différentes. Quand on en a choisi un il n'y a rien autre à faire qu'à surveiller la régularité du courant de façon à ce que le conduit ne se bouche pas. Pour éviter un accident de cette nature, les boites sont munies, au centre, d'une tige à l'extrémité de laquelle, juste au-dessus de l'ouverture, se trouvent deux petits anneaux; et si le minerai s'accumule par hasard, on tourne cette tige jusqu'à ce que le dépôt soit ameubli et puisse passer dans le conduit.

Lavoirs.

Ces lavoirs servent à concentrer les eaux bourbeuses et les sédiments très fins sur un fond circulaire incliné vers la périphérie. Les grains les plus petits de densité élevée se déplacent lentement sur la pente ou même restent en place car le courant est faible à la partie inférieure; les gros grains de faible densité se trouvent dans le courant rapide qui existe à la partie supérieure et sont entraînés; un triage est ainsi fait. Le minerai s'entasse peu à peu jusqu'à ce qu'il y en ait une épaisseur de 10 à 12 pouces. Le lavage est alors interrompu et le produit trié est enlevé. On règle l'épaisseur du produit trié à l'aide d'une planche qui empêche le minerai d'être entraîné en dehors du lavoir. Le produit fourni a cet appareil doit être relativement uniforme et au commencement de l'opération le triage se fait sur une couche de sable plus ou moins mouvant. Lorsque l'appareil fonctionne depuis quelque temps, le travail devient uniforme et les grains les plus fins (minéraux lourds) se déposent près de la trémie de chargement, tandis que les gros grains (minéraux légers) se déposent à la périphérie. Les particules fines forment un lit uni sur lequel roulent facilement les grosses particules qui sont entraînées vers le bord.

La figure 30 représente ce lavoir. Le fond conique (a) est en bois et a 16 pieds de diamètre, quelquefois 18 à 20 pieds. C'est là que le minerai est distribué. Le cône (b) supporte la trémie; celle-ci (e) est percée de 4 trous et a une auge annulaire au sommet; (ff) sont des bras qui portent deux balais contrebalancés par les poids (gg); (h) est un canal qui amène le minerai dans la trém[illegible] il s'écoule sur le cône (b) et de là vers la périphérie en abando[illegible] parties les plus lourdes, tandis que la surface est continuellemen[illegible] renouvelée par les balais. Les particules

de même densité forment ainsi des anneaux concentriques. Les bras font de 2½ à 4 tours à la minute et une machine de 18 pieds de diamètre lav de 15 à 18 tonnes de minerai en 10 heures. Le cône (b) a un rayon de : pieds et une pente de 18°, tandis que son bord extérieur se trouve de 9 à 12 pouces au dessous du lavoir proprement dit. Un caniveau circulair placé autour de ce dernier entraine les eaux résiduelles. Au début on sur

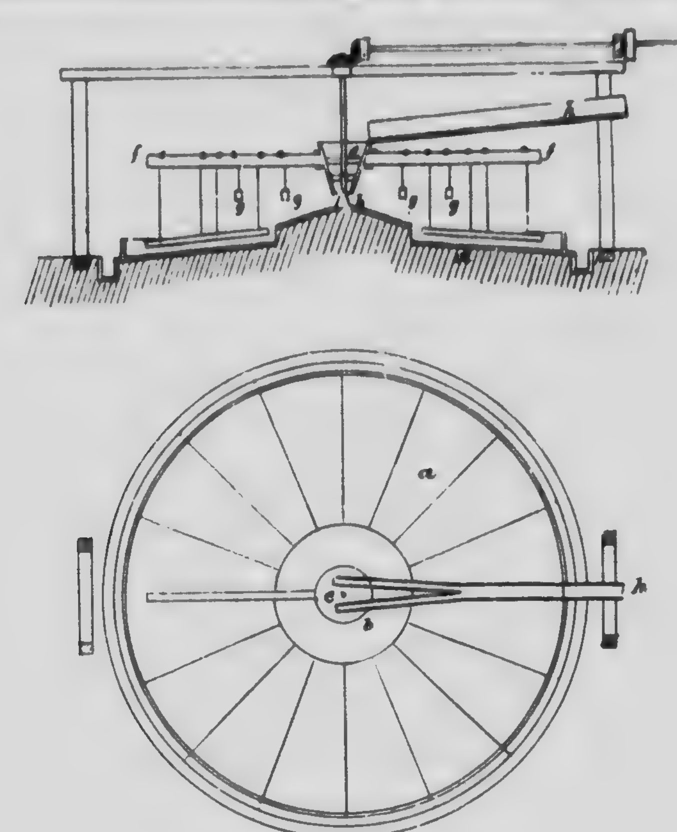


Fig. 30.—Lavoir circulaire.

veille l'opération; si le dépôt se forme trop rapidement au sommet, le mélange est trop épais ou n'est pas délivré en quantité suffisante; le minerai s'entasse à la périphérie c'est une preuve qu'il y a trop d'eau ou qu'on délivre le mélange trop rapidement. Au fur et à mesure que le lit se remplit on bouche les ouvertures de la planche périphérique. Quand le lavoir est couvert de l'épaisseur voulue de minerai les différents produits forment des anneaux concentriques; chacun de ceux-ci est enlevé séparé

ment et emmagasiné en tas ou dans des silos, ou bien jeté dans le caniveau d'égoût s'il s'agit de la gangue.

Pour le graphite, les matières terreuses se déposent au centre, autour du cône, tandis que le graphite se dépose à la périphérie. On extrait généralement trois roduits: la gangue, le minerai pauvre et le minerai riche. Le minerai pauvre est traité sur un second lavoir ou mélangé au produit venant des "Spitzlutten" ou des "Spitzkasten".

Tamis rotatif horizontal.

On se sert quelquefois d'un tamis horizontal entre les classeurs et les tables employées pour l'extraction des lamelles de graphite. Son diamètre varie de deux pieds et demi à trois pieds; il est convexe et tourne autour d'un arbre vertical; il est formé de toile de laiton ou encore mieux de fer galvanizé perforé; la largeur des mailles dépend des dimensions du produit à traiter. La figure 31 donne une idée de la construction de

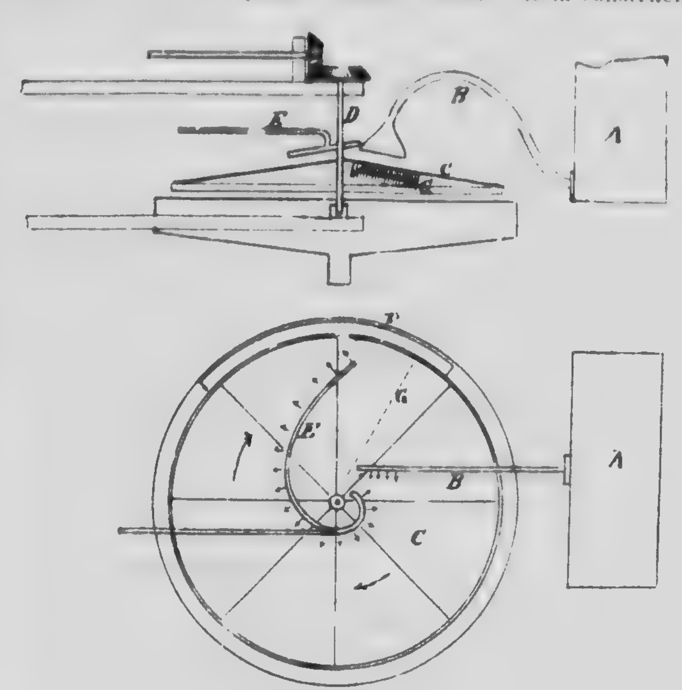


Fig. 31.—Tamis rotatif horizontal.

cet appareil. B est un tuyau qui amène le produit d'un classeur A; le tamis C tourne autour d'un arbre D: E est une pulvérisateur qui entraine les lamelles dans le caniveau F.

Le tamis fonctionne de la manière suivante:

Le minerai arrive en B et se répand sur le tamis, tandis que celui-ci en tournant l'amène devant le pulvérisateur E. Les particules les plus fines passent à travers le tamis et sont recueillies en-dessous dans un bassin, tandis que les larges lamelles sont balayées par l'eau jusqu'en F à la périphérie du tamis. Afin d'empêcher l'obstruction des mailles une brosse G placée sous le tamis comme l'indique la figure, le nettoie après qu'il a passé le pulvérisateur. L'appareil fait de 4 à 6 révolutions par minute, suivant la quantité de minerai et la dimension des grains.

Séparation hydraulique de Brumell.

Cet appareil employé dans les usines du district de Buckingham a donné d'excellents résultats. Il permet de concentrer les minerais et plus

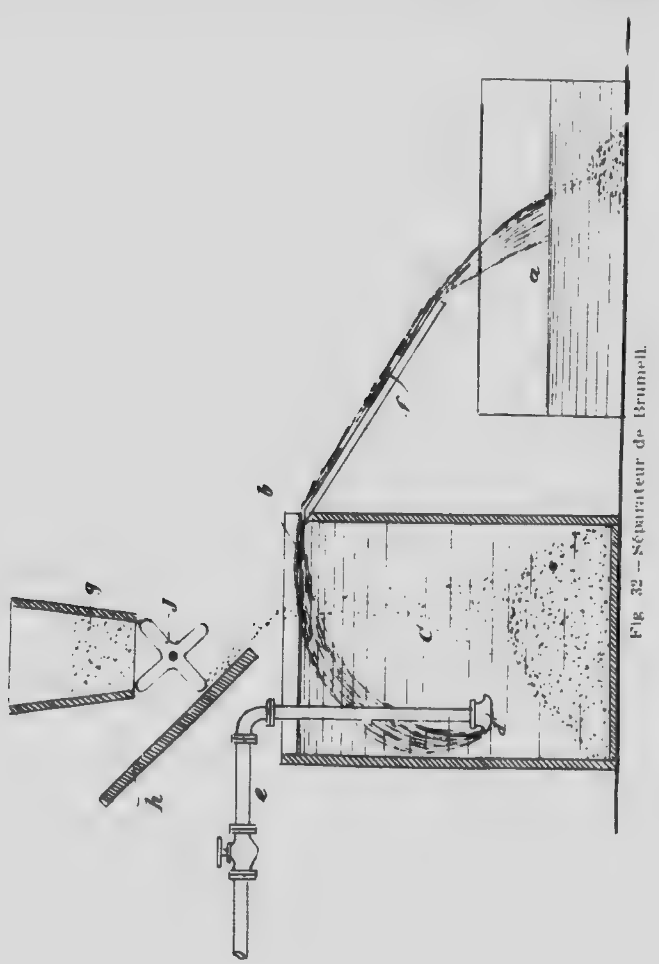


Fig 32 — Séparateur de Brumell.

particulièrement ceux de graphite en introduisant le minerai desséché et broyé dans un récipient où l'eau est maintenue en mouvement, de telle manière que les particules qui devraient flotter soient entraînées plus loin que celles qui ne peuvent pas flotter. L'appareil est représenté dans la figure 32 qui en donne une section verticale :

(a) est un récipient où on reçoit le graphite ou tout autre minéral, et auquel l'amène un courant d'eau peu profond (b) qui traverse la partie supérieure du récipient (c), le sable ou les substances lourdes qui ne sont pas entrainées par le courant tombent au fond de (c).

On obtient un courant d'eau de forme convenable en se servant d'une pomme (d) placée à l'extrémité d'un tuyau (e) qui pénètre à une certaine profondeur dans le récipient (c) en étant maintenu près de la paroi. La pomme est disposée de manière à ce que le courant soit ascendant et dirigé sur la paroi du récipient.

Le minerai desséché et pulvérisé est projeté dans l'eau après avoir glissé sur une planche (h) sur laquelle le décharge une trémie (g) fermée par un rouleau canelé (j) qui a pour but d'en régler le débit.

Le procédé diffère des autres procédés de séparation par le fait que le minéral est séparé, tandis qu'il est sec à la surface de l'eau au lieu de l'être à sec dans l'air ou par immersion dans l'eau.

Cuves à sédimentation.

Ces appareils servent à séparer les produits triés (minéral ou gangue) de l'eau dont on s'est servi pour le triage. On distingue :

1.—Ceux qui servent à rassembler une grande quantité de grains grossiers et lourds.

2.—Ceux qui reçoivent les eaux provenant des précédents et permettent le dépôt des matières fines.

Les cuves de la première espèce sont généralement beaucoup plus petites que celles de la seconde. Elles ont les dimensions suivantes dans les usines de Bohême : un mètre et demi à deux mètres et demi de longueur, un mètre à un mètre et demi de largeur et environ un mètre de profondeur. Les autres sont toujours rectangulaires et ont de 6 à 8 mètres de longueur, 1 à 1.5 mètre de largeur et 1.5 mètre de profondeur. On laisse le graphite se déposer dans ces cuves jusqu'à une certaine hauteur, on enlève l'eau et on retire le graphite à la pelle pour le transporter au filtre-presse. Le meilleur graphite vient de la dernière cuve et la qualité diminue en se rapprochant de la première.

Très souvent ces cuves sont disposées en séries et réunies par des caniveaux en bois de telle manière que n'importe laquelle d'entre elles peut être isolée, vidée et nettoyée par le fond.

Filtres-presses.

Dans les premiers temps de l'exploitation du graphite, dans les mines de Bohême, il y a 30 ou 40 ans, on avait beaucoup de difficultés à débarrasser la boue de graphite de l'eau qu'elle contient. On a essayé bien des méthodes afin d'arriver à ce but; pendant longtemps on a fait sécher le graphite sous de longs abris puis au-dessus du feu. On a essayé aussi des turbines centrifuges; mais ces procédés étaient lents et demandaient beaucoup de main-d'oeuvre; de plus, ils ne permettaient que la manipulation de petites quantités à la fois. Les procédés modernes de production exigent des méthodes plus rapides et c'est ce qui a amené l'emploi des filtres-presses.

Un filtre-presse (Fig. 33) consiste, en principe, dans une sé[illegible] de compartiment formés de plaques embouties ou non et isolées par des cadres

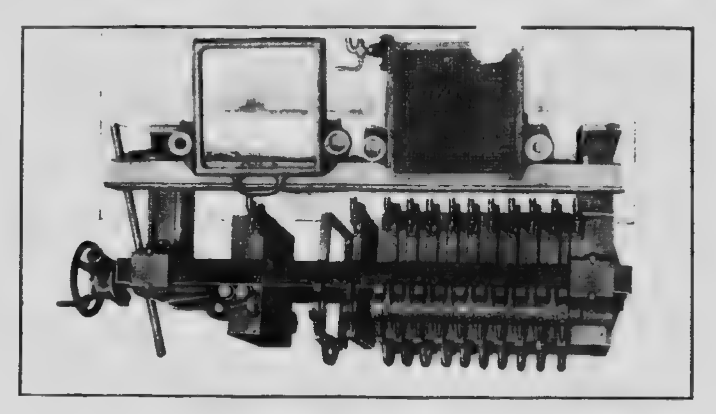


Fig. 33.—Filtre-presse.

dont la largeur détermine l'épaisseur de la matière comprimée. Sur les plaques et cadres se trouve de chaque côté un épaulement qui repose sur deux barres parallèles. L'une des extrémités de celles-ci est attachée à l'avant de la presse et la pièce d'arrière est serrée contre tous les cadres à l'aide d'une forte vis, ou d'un piston hydraulique placé sur une traverse à laquelle est fixée l'autre extrémité des tiges. A la surface de chaque plaque est tendu le tissu de coton qui sert de filtre.

La substance à filtrer est pompée à la tête de la presse et est distribuée dans les filtres grâce à un canal ménagé dans les plaques. La partie solide, retenue sur le filtre, remplit peu à peu le cadre.

L'eau s'échappe par un robinet placé sur le côté de chaque plaque ou passe dans un canal fermé qui traverse la presse. Les robinets permettent de vérifier l'état des filtres et d'isoler les cadres où ceux-ci seraient défectueux en les fermant lorsque le liquide ne passe pas clair. D'autre part le

canal économise un peu de temps car lorsqu'on remplit la presse il n'y a pas de robinets à ouvrir ou à fermer.

La boue est pompée dans la presse sous une pression de 90 à 100 livres jusqu'à ce que la masse soit solide à l'intérieur des cadres. La presse est alors ouverte à l'aide de la vis ou du piston hydraulique, et les cadres sont vidés l'un après l'autre. On fait passer un courant d'eau claire dans tous les canaux et les cadres et on recommence l'opération.

La pompe employée doit être d'un modèle spécial car dans une pompe ordinaire des grains de minerai pourraient s'introduire dans les soupapes et en arrêter le fonctionnement, ce qui ne manquerait pas de se produire souvent. Dans les mines de Bohême on emploie les pompes "à membrane"; les pistons y sont séparés des soupapes pa. des membranes ayant un dispositif spécial, ce qui évite l'engorgement de l'appareil. Les boues sont généralement réunies dans des bassins circulaires où on les agite constamment. Lorsque le graphite a été traité chimiquement, aussitôt la filtration finie on fait généralement passer à travers les cadres pleins un courant d'eau claire, quelquefois chaude afin d'enlever les produits chimiques qui pourraient être restés dans la masse.

On fait des filtres-presses de capacités et de modèles différents en Amérique et en Europe; l'auteur a vu en Bohême et en Moravie, de larges filtres-presses qui pouvaient traiter de 600 à 1000 livres de graphite à la fois. Le remplissage d'un appareil prend de 3 à 4 heures, ce qui fait de 1800 à 2400 livres de graphite pour une presse, par journée de 12 heures. L'humidité du graphite ainsi comprimé est de 18 à 23 pour cent; on le sèche dans des fours où il est maintenu à une température de 100°C pendant 24 ou 30 heures; Les plus beaux échantillons sont alors embarillés et livrés, au commerce, tandis que les autres sont pulvérisés de nouveau dans un broyeur à boulets et triés avant d'être expédiés.

Procédé Merrill.

Le 29 janvier 1905, M. Charles Merrill, de Lead, S.D., a obtenu un brevet pour un nouveau procédé concernant le traitement des boues.* Il a pour but de faciliter l'enlèvement des matières solides contenues dans le filtre-presse et de diminuer le prix de revient de ce travail.

Il permet également l'introduction séparée de substances nettoyantes ou autres dans les compartiments.

Quand on se sert de filtres-presses, on a l'habitude de séparer les cadres et de retirer la matière solide restée sur le filtre en enlevant le cadre, généralement à la main. Cette méthode est coûteuse, vu le nombre de cadres à manier et, par suite de l'usure des filtres qui est rapide; de plus le temps occupé à cette opération est perdu pour la filtration, ce qui réduit

* Eng. & Mining Journal, 30 sept. 1905, p. 602.

le débit de la presse. L'emploi de cet appareil est donc limité au cas où la substance filtrée a suffisamment de valeur pour légitimer les dépenses dont on vient de voir la cause. Enfin, la nécessité d'enlever la masse solide de chaque cadre séparément fait qu'on a une tendance à augmenter la profondeur des cadres afin d'augmenter leur capacité individuelle; cette augmentation d'épaisseur exige un accroissement de pression au moment de la filtration et se trouve ainsi indirectement augmenter encore le prix de revient de cette opération. Dans le filtre-presse Merrill, les cadres sont construits de telle manière que le produit peut être enlevé sans démonter la presse; dans ce but, chaque compartiment est muni d'un conduit spécial par lequel on peut introduire sous pression un liquide, une vapeur ou un gaz et la masse filtre est chassée par une ouverture dans le cadre. On peut se servir du canal par où sont introduites les boues au lieu d'avoir un conduit spécial.

Appareils accessoires.

Parmi les nombreux appareils accessoires qu'on rencontre dans une usine, nous citerons les suivants qui sont importants:

1.—*Silos à minerai*: — La production irrégulière du minerai par la mine exige l'emploi de silos assez grands pour emmagasiner l'excès de minerai extrait à certains moments, excès qui sera utilisé quand les opérations dans la mine se ralentiront. Il arrive souvent que l'extraction et le traitement sont poursuivis d'une manière continue, tandis que la sortie du minerai et l'expédition des produits ne sont faites que pendant le jour. En général, on construit les silos de manière à ce qu'ils contiennent la production de la mine pendant 24 heures et ils sont souvent beaucoup plus grands. On emploie aussi dans certaines usines des silos pour emmagasiner le minerai en cours de traitement de manière à ce qu'un arrêt temporaire d'une partie de l'usine ne provoque pas l'arrêt de toute l'usine.

2.—*Manches d'alimentation*:—Quand on fait passer directement dans les broyeurs le produit provenant du concasseur, il arrive souvent qu'un afflux inattendu de minerai produit un engorgement; et à moinns que le broyeur ne soit puissant et particulièrement résistant, ce qui n'est pas le cas d'habitude, il sera sujet à se briser. Pour éviter cet inconvénient, on emploie des manches d'alimentation, maintenues pleines de minerai qu'elles délivrent automatiquement, généralement à l'aide de vannes oscillantes.

3.—*Enlèvement des morceaux de fer, boulons, etc.*:—Pour éviter des efforts exagérés sur les cylindres et l'engorgement des machines on se ser parfois de tamis grossiers pour enlever les débris qui peuvent se trou dans le minerai quand il est passé au concasseur. Pour enlever les m

ceaux de fer on se sert dans certaines usines de puissants électro-aimants. Les figures 34a et b, montrent deux dispositifs de cette nature.

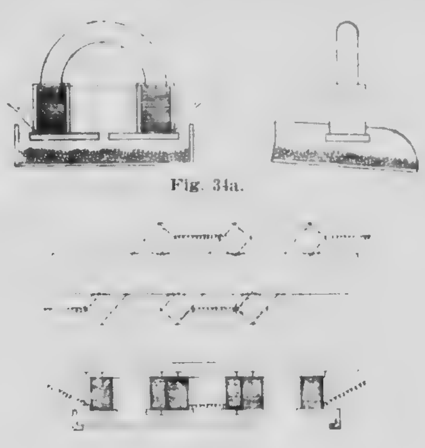


Fig. 34a.

Fig. 34b.

4.—*Aspirateurs de poussières*:—Quand le minerai est traité à sec, il peut y avoir tant de poussières provenant des broyeurs, des concasseurs et des tamis qu'il est nécessaire d'employer des aspirateurs pour les enlever. Ceux-ci entrainent les poussières dans une chambre filtrante où elles se déposent facilement; cette chambre consiste en une pièce où sont suspendus un grand nombre de sacs en toile grossière; l'air passe à travers les sacs et la poussière reste à l'intérieur de ceux-ci.

5.—*Tamis*:—On les divise en deux classes: les tamis rotatifs et les tamis à secousses. Ceux-ci sont souvent employés pour séparer les lamelles de graphite de la poussière; une brosse tourne à la partie inférieure et nettoie les mailles du tamis. Ils peuvent avoir un mouvement latéral, vertical ou rotatoire et le nombre des secousses varie de 200 à 300 par minute. Les tamis rotatifs peuvent être cylindriques, prismatiques ou tronc-coniques. Ces derniers se vident d'eux-mêmes, tandis que les premiers sont inclinés pour la vidange des produits qui n'ont pas passé dans les mailles. Le nombre de leurs révolutions varie de 16 à 20 par minute. Ils sont construits soit de fortes toiles métalliques (pour les tamis les plus grossiers) soit de fils d'acier nickelés ou de toiles à tamis en soie ou en laiton (pour les tamis fins).

6.—*Pompes à boues*:—On se sert surtout des pompes centrifuges pour élever les boues, car comme elles n'ont ni soupapes ni pistons elles sont moins sujettes à se déranger. Elles se composent d'une roue à aubes montée sur un arbre horizontal et entourée d'une enveloppe épaisse; le principe de ces pompes est le même que celui des aspirateurs de poussières. La boue pénetre au centre et s'échappe à la périphérie où l'entraine la

force centrifuge. Ces pompes sont simples de construction, ont un grand débit, coûtent peu et exigent peu de soins. La dimension la plus employée dans les usines a un orifice de refoulement de 2 à 3 pouces.

Principes sur lesquels repose la séparation des graphites.

Nous avons maintenant décrit chaque machine séparément et il nous reste à considérer l'usine dans son ensemble. Toutefois, le graphite se rencontre en minerais de compositions si variées qu'il est impossible de donner des règles générales sur ce sujet.

Deux minerais de composition identique ne peuvent quelquefois pas être traités de la même manière par suite de leurs propriétés physiques différentes. On s'en rend bien compte dans le cas du graphite en lamelles et du graphite amorphe; ces deux variétés se trouvent dans le gneiss dans les mêmes localités, mais les procédés de séparation applicables à l'une ne le sont pas à l'autre. Le traitement des minerais contenant en même temps les deux variétés est encore plus compliqué.

Une autre difficulté provient du fait que la gangue dans certaines localités change quand les travaux d'exploitation s'étendent et c'est même un des problèmes les plus sérieux que l'on ait à résoudre dans la construction et la mise en opération des usines à graphite. Le choix des méthodes est généralement laissé au hasard et sans considération de la nature du minerai. Quand on découvre un dépôt de graphite, on fore d'habitude des trous de façon à déterminer la qualité du graphite et l'allure du filon. Lorsque le minerai semble en quantité suffisante et de bonne qualité on creuse de larges excavations, on fore un puits ou on perce une galerie pour suivre le filon et en général, surtout si l'entreprise doit se soutenir elle-même financièrement, on construit une usine pour le traitement du minerai d'après les données fournies par l'analyse d'échantillons provenant des parties de la propriété qui semblent appelées à fournir la plus grande partie du minerai. Très souvent, cependant, surtout dans les formations cristallines la nature du minerai se modifie avec les progrès de la mine tant au point de vue physique qu'au point de vue minéralogique; c'est ainsi qu'un minerai laminaire peut devenir un mélange de graphite laminaire et de graphite amorphe, tandis que la gangue et les minéraux accessoires qui la forment changent aussi; et l'usine construite pour le traitement d'une espèce de graphite se trouve avoir à traiter une espèce tout à fait différente. Il faut alors modifier la disposition des appareils et peut être même ceux-ci; parfois tout le système doit être abandonné et remplacé par un nouveau, ce qui, la plupart du temps, coûte fort cher.

L'auteur a un cas présent à l'esprit dans lequel la propriété prospectée indiquait un graphite laminaire dans du quartz. Une usine fut construite pour le traitement du minerai avant que l'exploitation ait été

poussé loin, et quand les travaux eurent acquis une certaine importance, on s'aperçut que le graphite en lamelles devenait plus rare et qu'il était remplacé par la variété amorphe. De plus, la gangue de quartzeuse était devenue purement calcaire. On essaya de faire face aux conditions nouvelles en modifiant l'usine à plusieurs reprises, mais sans succès, jusqu'à ce qu'on se fut rendu compte que toute modification était inutile et qu'il fallait construire une usine entièrement nouvelle. Les ressources financières de la compagnie ne lui permettant pas ce sacrifice; usine et mine durent être abandonnées.

Cet exemple nous prouve qu'on ne doit construire une usine que quand toutes les conditions concernant la mine sont connues, et on ne peut arriver à cette connaissance que par une étude raisonnée de la mine, l'exploration des différents filons et l'examen du dépôt au point de vue de sa richesse et de la nature de la gangue. Avant d'avoir toutes ces information, on ne doit tenter aucun traitement sur une grande échelle, car les dépenses d'exploration sont minimes comparées à celles de la construction d'une usine dont les méthodes sont choisies au petit bonheur sans avoir étudié et sans connaître les conditions qui existent dans la mine.

La séparation mécanique des minerais date des anciens, mais elle a fait des progrès énormes depuis dix ans, progrès qui ont eu leur répercussion sur la préparation générale des minerais. Il semble probable qu'on ne s'en tiendra pas là et s'il est difficile de dire dans quelle voie se produiront les nouveaux progrès, il n'en est pas moins vrai que les chercheurs sont au travail. Il n'y a pas cinq ans qu'il n'y avait encore d'autre méthode pour la séparation mécanique que le triage à la main, la concentration par déplacement, le lavage sur des tables et la séparation magnétique, celle-ci d'une application très limitée. Depuis on a introduit des procédés entièrement nouveaux comme la méthode électrostatique, la concentration par l'huile de pétrole, la mise en suspension des minerais dans certains bains. On a pu ainsi séparer un grand nombre de minéraux de densités voisines et qui ne pouvaient être séparés par déplacement ou par lavage. On peut maintenant séparer le phosphate de la hornblende bien que les densités de ces deux minéraux ne diffèrent que de 0.35; de plus, la molybdénite, la monazite et autres minéraux rares peuvent êtres isolés de leur gangue ce qui est très difficile par les moyens ordinaires. Les expériences ont montré que le graphite peut être électrostatiquement débarassé de sa gangue et il est probable que cette découverte aura, avant longtemps, des applications commerciales. Les expériences ont réussi, au moins en partie et ce n'est qu'une question de temps et de quelques modifications pour que le succès soit définitif. Il n'est pas sans intérêt de citer les lignes suivantes de W. R. Ingalls, sur la séparation des minerais.* "Peu de gens, sans doute, réalisent l'importance probable des progrès auxquels ils vont assister pendant les dix prochaines années et les résultats

que ceux-ci permettront d'atteindre. Il est certain qu'il y a pas de procédé qui soit une panacée applicable à tous les problèmes difficiles de traitement de minerai. Pour certaines substances, tel procédé convient, pour d'autres, tel autre; pour d'autres encore on arrive au meilleur résultat en combinant deux ou trois procédés spéciaux, ou d'avantage. On n'a pas encore fait de grands efforts dans cette dernière direction; mais ce sera le résultat logique auquel on arrivera quand l'établissement des plans d'usines passeront des mains des promoteurs d'appareils spéciaux dans celles d'ingénieurs chargés par leurs clients d'obtenir les meilleurs résultats."

Comparaison entre le procédé sec et le procédé humide.

Dans la séparation du graphite et de la gangue, les propriétés physique du minéral permettent d'employer des méthodes spéciales. Etant mou il peut être facilement écrasé et sa faible densité rend possible sa réduction en poudre et son dépôt subséquent par sédimentation. Certains graphites donnent de larges lamelles, tandis que la gangue se brise en éclats et on peut séparer ces deux produits par tamisage.

En ce qui concerne la méthode humide, elle n'est applicable que quand le minéral est traité avec beaucoup d'eau; il est ensuite nécessaire de se débarasser de cette eau ce qui est coûteux. Il faut se servir de filtres-presses et sécher au four; ce sont des opérations qui exigent beaucoup d'attention si l'on veut en maintenir bas le prix de revient.

Deux autres désavantages de la voie humide sont: la perte dans les eaux résiduelles et la difficulté d'obtenir le dépôt des boues. Enfin, le fait que les particules graisseuses du minéral ont une tendance à flotter cause parfois des pertes et souvent beaucoup d'ennuis.

Dans les pays à hiver rigoureux, comme le Canada, la congélation de l'eau est une grave source de difficultés.

D'autre part un des grands avantages de la voie humide est qu'elle réduit en boue les matières terreuses et argileuses, et met en liberté les particules cimentées par celles-ci; ces particules sont alors susceptibles d'être traitées.

Quant à la voie sèche, le point le plus en sa faveur est l'emploi de l'air pour la séparation; ce véhicule est peu coûteux car il supprime les pompes spéciales, les frais d'élévation des boues et le séchage du produit final. Dans le cas de graphite amorphe ou d'un graphite laminaire riche en graphite amorphe, on peut aspirer les poussières provenant des broyeurs et des tamis et dans la plupart des cas le produit obtenu est assez riche pour pouvoir être expédié directement des chambres collectrices. La gelée n'a aucun inconvénient et les produits obtenus sont secs et prêts à être expédiés à tout moment. D'autre part, le traitement par voie sèche

exige que tout le minerai soit desséché au début, ce qui, dans le cas des mines humides, est une opération coûteuse.

Avec l'eau on peut facilement traiter les gros grains et la poussière, tandis que l'air ne peut être employé pour les premiers et que le traitement à sec de la seconde est inférieur à son traitement par la voie humide.

Densité de graphite et de quelques minéraux.

Dans le tableau suivant* ont été réunies les densités d'un certain nombre de minéraux qui peuvent former la gangue du graphite ou se rencontrer dans le minerai.

TABLEAU 39

	Composition chimique	Densité
Albertite	...	1.097
Albite	$NaAlSi_3O_8$	2.62 – 2.67
Anhydrite	$CaSO_4$	2.89 – 2.98
Apatite	$3Ca_3P_2O_8, CaF_2CaCl_2$	3.19 – 3.23
Aragonite	$CaCO_3$	2.93 – 2.95
Arsenic	As	5.73
Arsenopyrite	$FeAsS$	5.9 – 6.2
Barite	$BaSO_4$	4.3 – 4.6
Bauxite	$Al_2O_3 2H_2O$	2.55
Biotite	..	2.7 – 3.1
Calcite	$CaCO_3$	2.713
Celestite	$SrSO_4$	3.95 – 3.97
Cerussite	$PbCO_3$	6.46 – 6.574
Chalcocite	Cu_2S	5.5 – 5.8
Chalcopyrite	$CuFeS_2$	4.1 – 4.3
Corindon	Al_2O_3	3.95 – 4.10
Dolomite	$(Ca, Mg)CO_3$	2.8 – 2.9
Fluorite	CaF_2	3.01 – 3.25
Feldspath	.	2.47 – [illegible]
Galène	PbS	7.428
Grenat	$R_3R_2(SiO_4)_3$	3.15 – 4.3
Graphite	C	2.09 – 2.23
Gypse	$CaSO_4, 2H_2O$	2.31 – 2.33
Hématite	Fe_2O_3	4.9 – 5.3
Kaolin	$2H_2O, Al_2O_3 2SiO_2$	2.6 – 2.63
Limonite	$2Fe_2O_3, 3H_2O$	3.6 – 4.0
Magnésite	$MgCO_3$	3.00 – 3.12
Magnétite	FeO, Fe_2O_3	5.168 – 5.18
Manganèse	Mn	7.39
Molybdénite	MoS_2	4.7 – 4.8
Muscovite	$H_2KAl_3(SiO_4)_3$	2.76 – 3.0
Opale	SiO_2, nH_2O	1.9 – 2.3
Phlogopite (mica)	.	2.78 – 2.85
Pyrite	FeS_2	4.95 – 5.10
Pyrolusite	MnO_2	4.82
Pyroxène	$RSiO_3$	3.2 – 3.6
Pyrrhotite	$Fe_{11}S_{12}$	4.58 – 4.64
Quartz	SiO_2	2.65 – 2.66

* Dana, Mineralogy.

	Composition chimique	Densit[illegible]
Scheelite	$CaWO^4$	5.9 —6.
Serpentine	$H^4Mg^3Si^2O^9$	2.50 [illegible]
Stibine	Sb^2S^3	4.52 [illegible]
Strontianite	$SrCO^3$	3.68 [illegible]
Talc	[illegible]	2.7
Titanite	[illegible]	3.4
Witherite	$BaCO^3$	4.29
Wallastonite	[illegible]	2.8 [illegible]
Zircon	$ZrSiO^4$	4.64 —4

La principale difficulté dans la concentration du graphite résulte du mélange intime des minéraux qui forme la gangue et de la similitude de leurs densités. On peut dire que la séparation du graphite et de sa gangue est un des problèmes les plus difficiles de la préparation moderne des minerais. Les deux méthodes humide et sèche ont leur désavantage mais il semble que la première a donné en pratique, de meilleurs résultats.

Dans les mines de Bohême et de Moravie, où le minerai est uniforme, les procédés adoptés pour le traitement de celui-ci sont le résultat de l'expérience de bien des hommes pendant une période de 50 ans; le système est évidemment ce qui convient au district; on y a trouvé que la voie humide était mieux adaptée aux conditions locales; cette méthode y est encore améliorée de nos jours, mais les améliorations qu'on y fait naissent dans le district même.

Dans la méthode humide, telle qu'elle est pratiquée en Bohême et en Moravie, on a constaté que les agrégats à gros grains qui accompagnent le graphite peuvent en être séparés facilement, mais les substances qui lui sont associées et sont très divisées, telles que les silicates et l'oxyde de fer, ne peuvent en être séparées par un courant d'eau. Dans les graphites qui contiennent ces substances, la proportion des cendres ne peut être réduite par la voie humide, comme l'a démontré Stingl qui avait fait un certain nombre d'essais dans son laboratoire avec des minerais provenant des mines de Bohême. On peut remarquer à ce sujet que Schaffel, en 1866, avait déjà fait une série d'essais et de recherches sur le traitement à l'[illegible] des graphites dans le laboratoire du K.K. Geol. Reichsanstalt à Vienne. Schaeffel démontra d'une manière probante qu'avec la méthode par lavage on ne peut obtenir que la séparation du graphite et des minéraux sous forme de gros grains, tandis que les substances non combustibles fi[illegible]ment pulvérisées qui forment les cendres du graphite ne peuvent être réduites par le lavage le plus compliqué. Stingl ajoute que les efforts faits dans ce sens dans les mines d'Autriche ont eu peu de succès. Les pr[illegible]

* Jarhbuch, K. K. Geol. Reichsanstalt, 1866, 126.

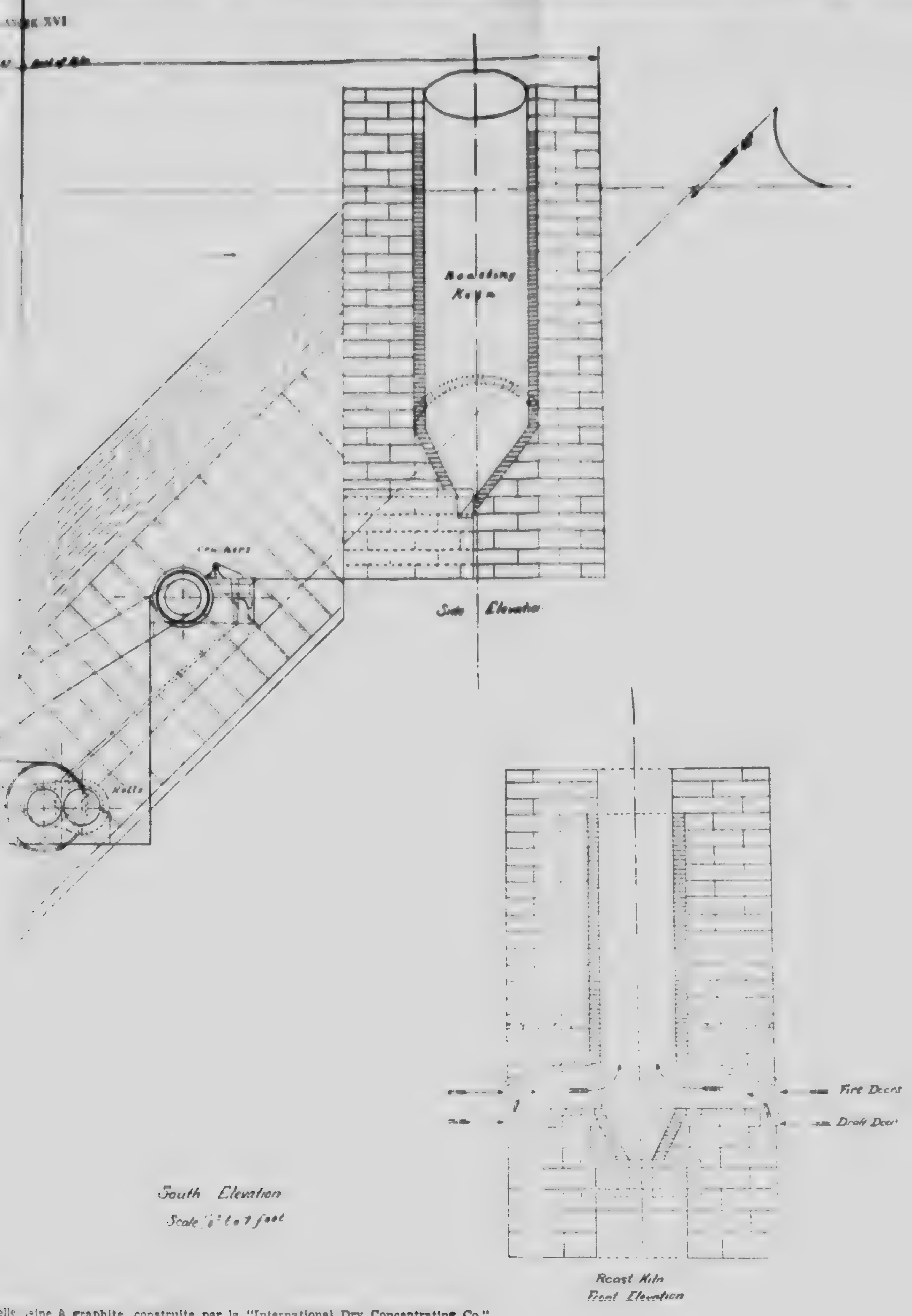
PLANCHE XVI

Top of Mill Level

Air Jigs

Rock Bolt

Nouvelle usine à



...elle ...ine à graphite, construite par la "International Dry Concentrating Co.", de New-York, à Buckingham.

dt
di
–

dés chimiques seuls permettent de réduire la quantité des cendres, mais il faut alors connaître la composition chimique de celles-ci; malheureusement elle change souvent même pour le même minerai. On ne peut dire si les lavages ont été perfectionnés en Autriche pendant ces dernières années car rien n'a été publié sur ce sujet mais c'est un fait connu que pour les graphites très fins on se sert des méthodes chimiques dans plusieurs des grandes usines de Bohême et de Bavière.

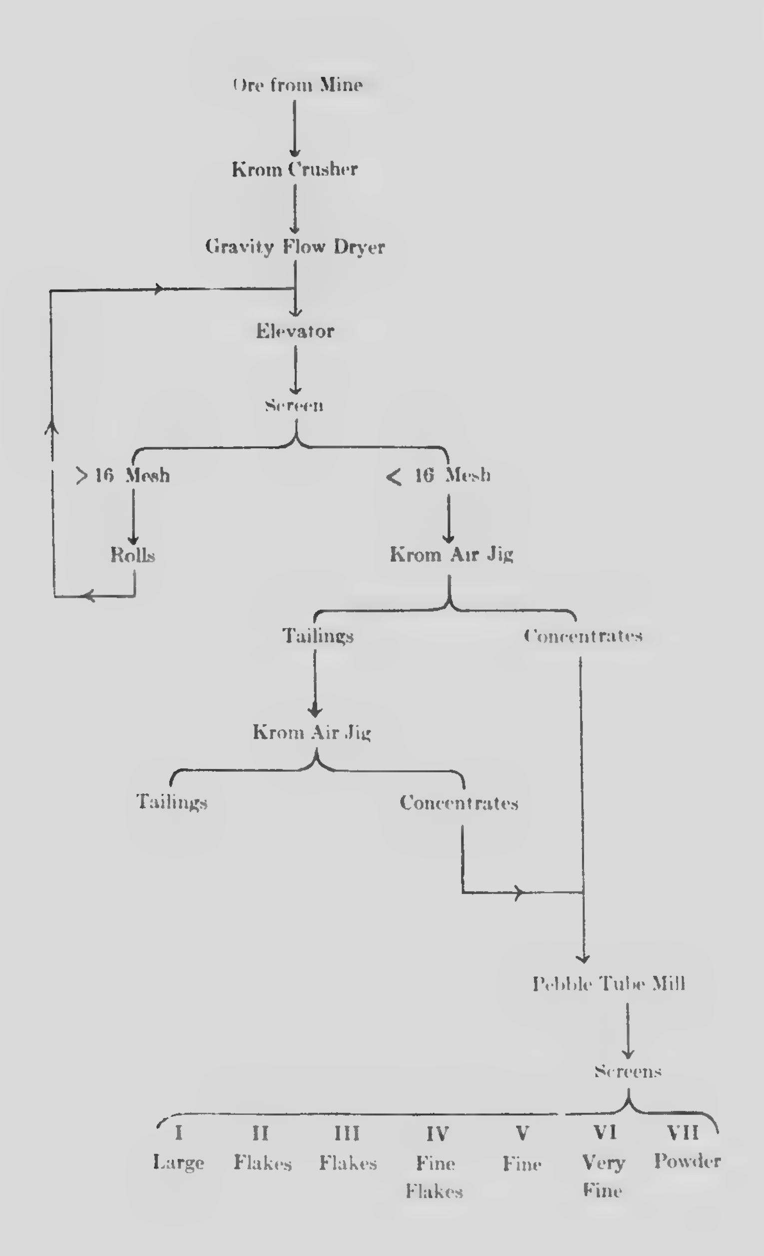
Le choix pour un minerai donné d'un traitement convenable, c'est-à-dire d'une méthode donnant un produit relativement pur et des déchets bien épuisés, est de la plus grande importance pour l'exploitation du graphite. Comme on l'a déjà vu les minerais varient trop dans leurs caractères pour permettre d'énoncer un principe général; mais nous avons essayé dans les pages suivantes de donner une idée des méthodes sèche et humide, ou combinée telles qu'on les pratique dans différents pays. Il doit être bien entendu d'ailleurs que, bien que les principes appliqués permettent théoriquement de séparer tout le graphite de sa gangue, il est très difficile de le faire pratiquement et on ne le fait presque jamais. On peut aussi trouver que quelques uns des procédés indiqués surtout en ce qui concerne le traitement des déchets manquent de détails; ceci est dû à la difficulté qu'on a à étudier ces procédés sur place et aussi au petit nombre d'études publiées sur ce sujet. Les propriétaires et directeurs de mines de graphite n'aiment pas à divulguer le secret de leur méthodes; rien n'est donc publié sur ce sujet et la plupart du temps toute demande de visiter leur usine est repoussée. Le lecteur peut se figurer la difficulté que l'on éprouve dès lors à se procurer des informations et celle qu'il y a à écrire un traité, fut-il modeste, sur ce sujet. Enfin, il y a tant de méthodes employées pour convenir aux conditions si variées qu'on rencontre qu'aucune règle générale n'est possible; il serait même difficile de trouver deux usines construites sur le même plan et dirigées de la même manière.

Nous donnons, planches XVI et XVII, une section et un plan d'une usine américaine travaillant par la voie sèche.

Les tableaux qui suivent reproduisent les méthodes employées dans certaines usines de l'Amérique du Nord et de l'Europe. On remarquera que les premières opérations sont les mêmes et consistent dans la réduction du minerai par une série de machines; plus le minerai doit être fin, plus les machines de cette série sont nombreuses, si ce n'est dans le cas des broyeurs à boulets, dans lequel il est possible d'atteindre une grande finesse avec deux machines seulement, un concasseur et un broyeur.

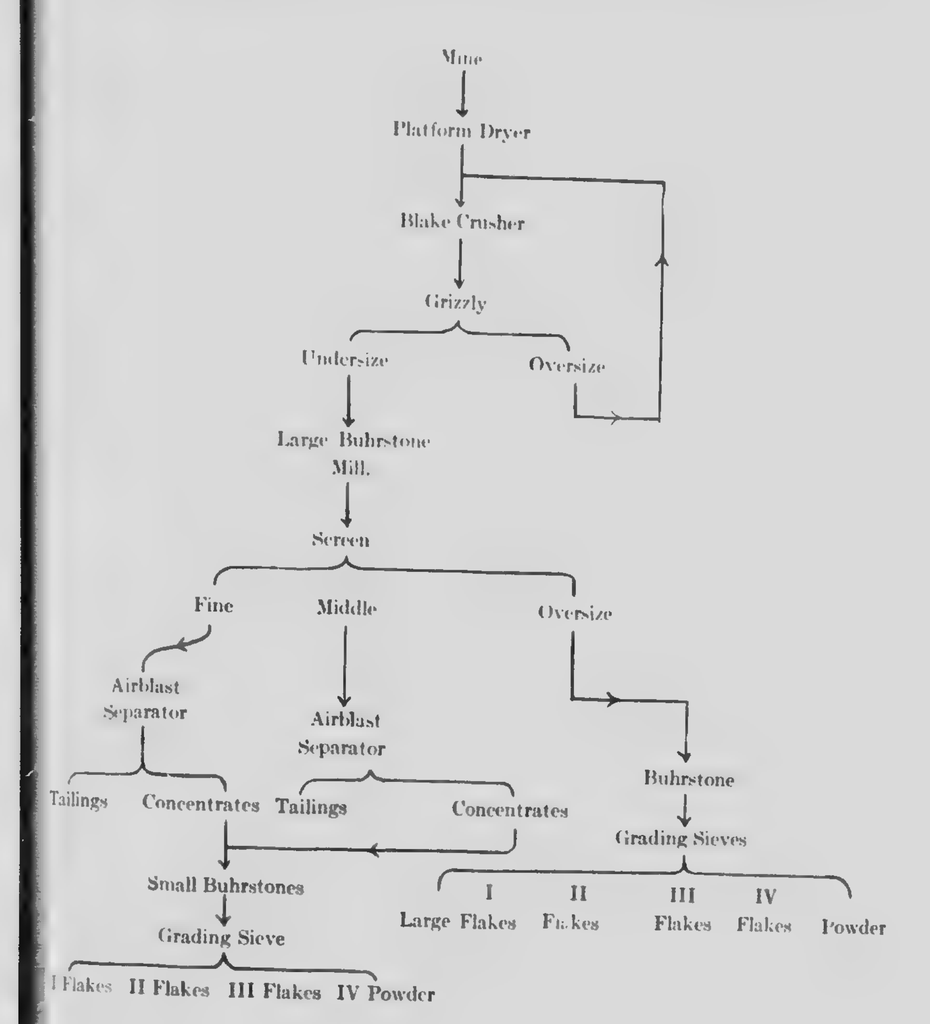
PROJET D'USINE No 1 (VOIE SECHE)

Nature du minerai: Graphite disséminé dans un calcaire cristallin et dans du quartz.


Ore from Mine
Krom Crusher
Gravity Flow Dryer
Elevator
Screen
> 16 Mesh
< 16 Mesh
Rolls
Krom Air Jig
Tailings
Concentrates
Krom Air Jig
Tailings
Concentrates
Pebble Tube Mill
Screens
I Large
II Flakes
III Flakes
IV Fine Flakes
V Fine
VI Very Fine
VII Powder

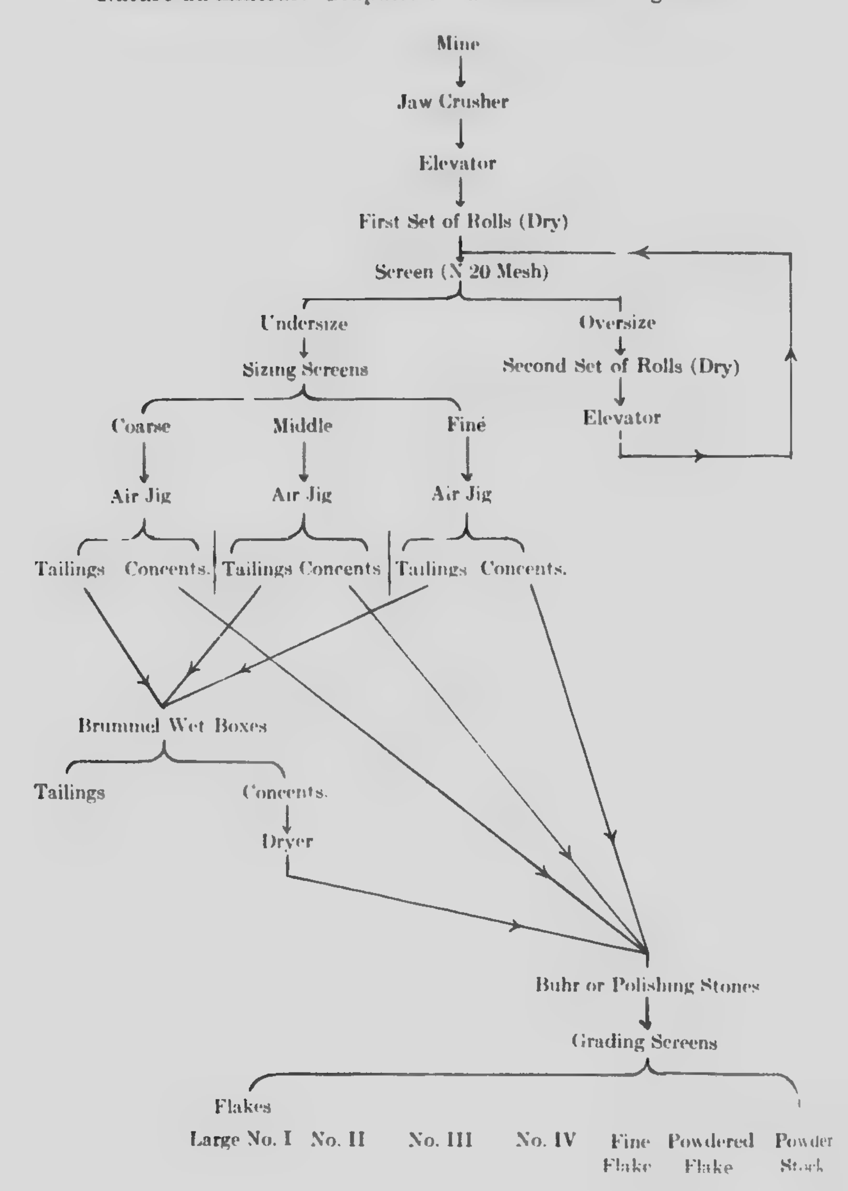
PROJET D'USINE No II (VOIE SECHE)

Nature du minerai: Lamelles dures, petites et grosses dans une gangue de gneiss, feldspath et quartz avec de la pyrite. Le minerai est mou et en partie décomposé.



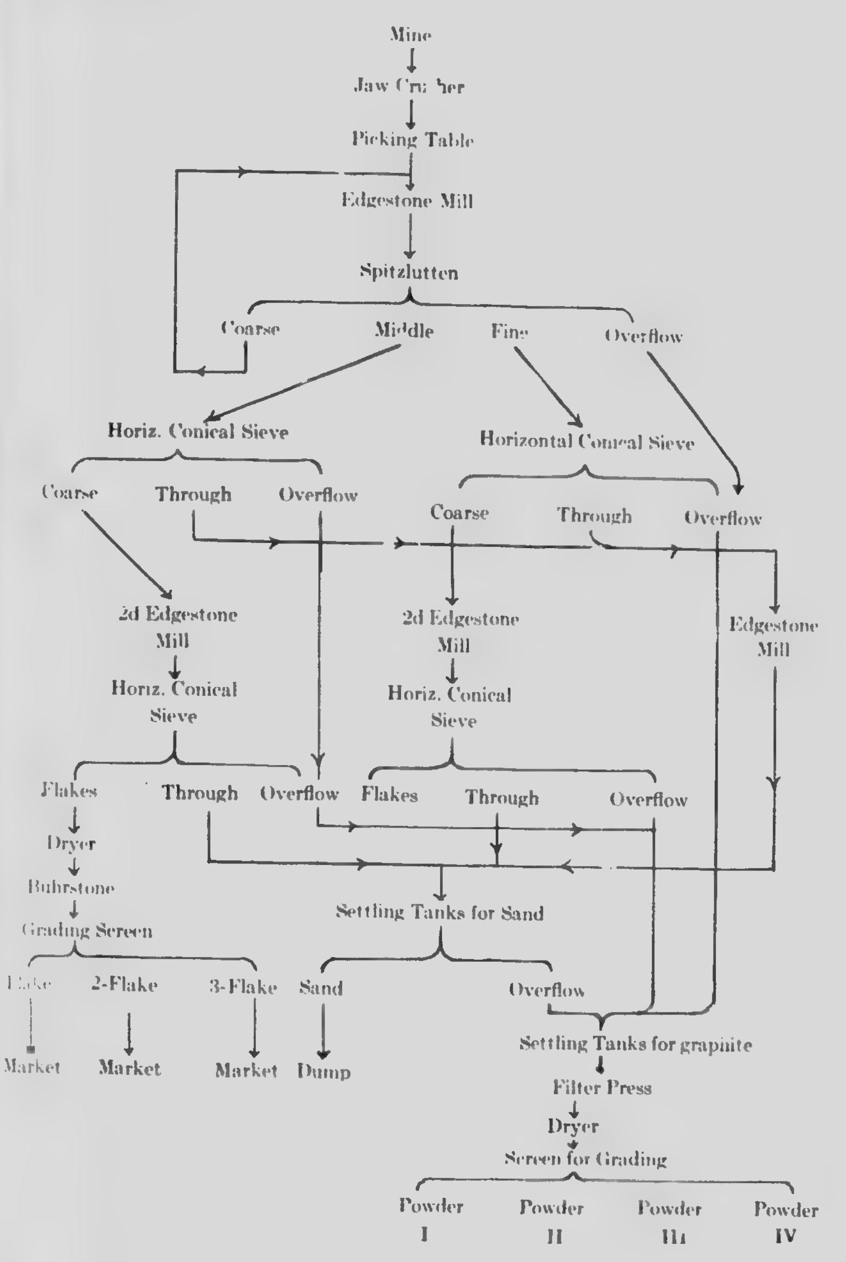
PROJET D'USINE No III (Voie humide et sèche)

Nature du minerai: Graphite en lamelles dans un gneiss dur.



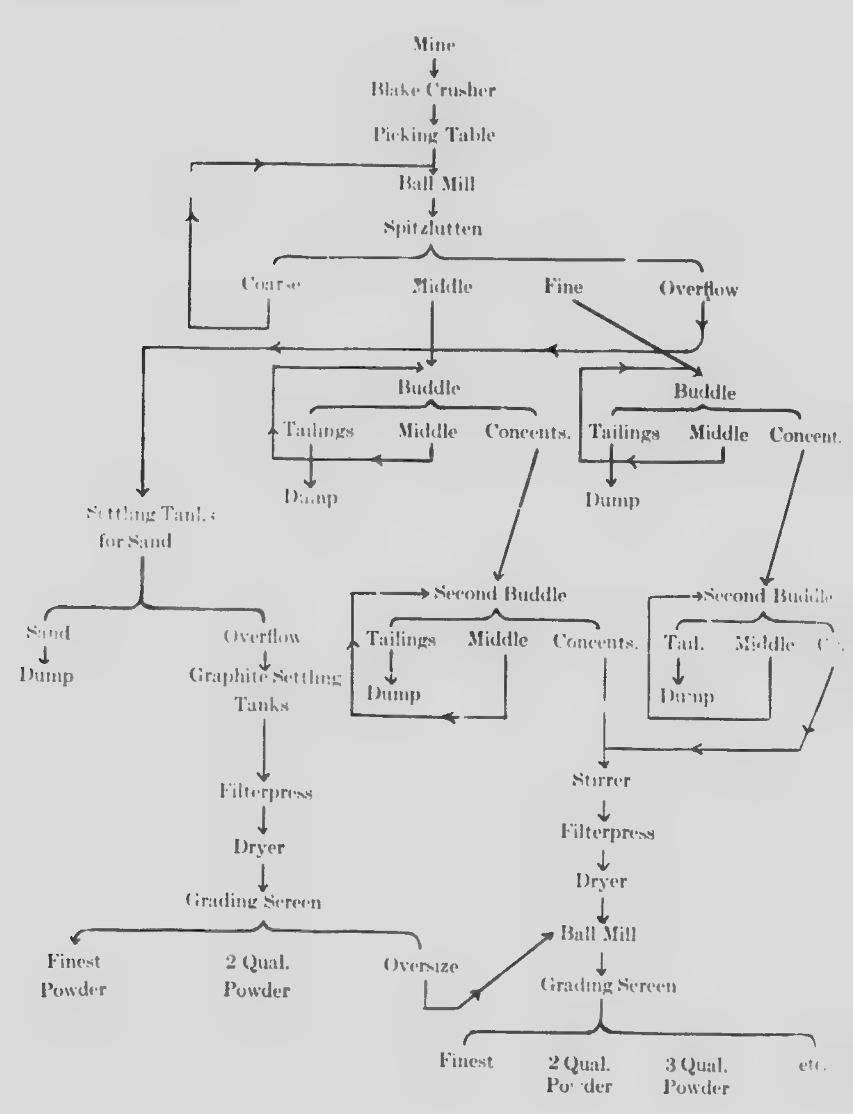
PROJET D'USINE No IV (Voie humide)

Nature du minerai: Graphite en lamelles et amorphe dans une gangue de quartz.



PROJET DE MINE No V (Voie humide)

Nature du minerai: Graphite amorphe dans une gangue de quartz avec la pyrite de fer.



La méthode suivante pour le lavage du graphite est employée dans une des mines autrichiennes, considérée comme la plus importante des usines à graphite du monde.

Le minerai se trouve dans une gneiss et est formé de graphite, de kaolin, de calcite, de quartz et de pyrite; il est finement pulvérisé sous deux meules et passé dans six cuves à sédimentation chacune d'un mètre et demi de longueur, un mètre de largeur et un mètre de profondeur. La gangue se dépose et est enlevée de temps en temps. L'eau de lavage passe alors dans 18 cuves à sédimentation pour le graphite, ayant chacune six mètres de longueur, un mètre de largeur et un mètre et demi de profondeur; on laisse le graphite s'y accumuler jusqu'à une certaine hauteur, puis on décante après avoir laissé l'eau déposer pendant 48 heures et toute la boue graphitique est envoyée aux filtres-presses. Le meilleur graphite vient de la dernière cuve et la qualité diminue de la dernière à la première. Généralement, on ne prépare que trois produits différents; aussi les produits de cuves voisines sont-ils mélangés avec soin avant d'être envoyés aux filtres-presses. La boue est pompée dans les filtres sous une pression de six atmosphères (88 lbs par pouce carré) et chaque presse donne en douze heures de 1800 à 2400 kilos de graphite qui renferme 20 pour cent d'eau. On vide les presses toutes les 3 ou 4 heures. Les masses pressées sont séchées à 90 ou 100 C pendant 24 ou 30 heures et broyées sous des meules à axe horizontal puis triées. En Bohême méridionale, la meilleure qualité préparée par cette méthode contient de 80 à 95 pour cent de carbone, tandis qu'en Moravie, où le minerai est plus pauvre, on en obtient 55 pour cent.

Aux usines de la Philadelphia Graphite Company, à Chester Springs, Penn., la minerai de graphite est broyé entre des cylindres puis concentré dans des lavoirs. Le graphite lavé est de nouveau broyé entre des cylindres, passe dans un concentrateur pneumatique et de là aux trieurs. La roche traitée contient en moyenne 28 pour cent de graphite mais on peut y traiter profitablement de la roche n'en ayant que 10 pour cent.

Dans l'Alabama les méthodes employées sont semblables aux méthodes autrichiennes; on broie finement le minerai puis on le concentre dans des bassins de sédimentation.

Les projets ci-dessus nous montrent que les arrangements possibles des appareils dans une usine sont très nombreux et dépendent du caractère du minerai, des conditions locales et du but qu'on se propose d'atteindre.

A ce sujet on peut dire que des essais récents ont été faits avec le graphite en lamelles sur une table Wilfley dont on avait modifié la planche périphérique et l'auteur a vu quelques uns des produits obtenus qui sem-

Berg & Huttenmannisches Jahrbuch, Vol. 42, page 95, et Richards Ore Dressing, page 1075.

blent prouver que cet appareil pourrait être employé avantageusement A la connaissance de l'auteur jamais un de ces appareils n'a été employé dans une usine à graphite, mais la réputation qu'a acquise cette table pour le traitement d'autres minerais devrait la faire essayer, sinon adopter pour le graphite. On a prouvé que la table Wilfley est susceptible d'avoir des applications très variées et peut recevoir du minerai dont la composition granulométrique est contenue dans de larges limites, ce qui permet une bonne préparation et un rendement supérieur à celui des autres appareils.

En général on peut dire que dans les usines à graphite les pertes de minerai dans la gangue sont élevées, par suite de la similitude de densité de l'un et de l'autre ce qui rend leur séparation difficile sinon impossible. Les pertes dans quelques unes des mines bavaroises visitées par l'auteur atteignent parfois 40%, et aux Etats-Unis il y a une usine qui n'extrait que 70% du graphite exploité. En général, les pertes varient de 15% à 30%. Dans une des mines de Passau le meilleur minerai contient 53.8% et le meilleur graphite produit 89.2% ; les pertes varient de 22.3% pour le minerai le plus pauvre à 36.8% pour le plus riche.

Traitement chimique du graphite.

On a vu précédemment que la réduction de la teneur en cendres du graphite, c'est-à-dire des substances incombustibles intimement associées au carbone graphitique telles que l'oxyde de fer et les silicates, ne peut être obtenue que par un traitement chimique. Cependant de manière à arriver à une extraction rationnelle il est nécessaire de connaitre la composition des cendres, ce qui d'ailleurs est une source de difficultés dans le traitement car elle varie souvent. Par la combustion dans un courant d'oxygène d'échantillons de graphite assez gros on peut obtenir assez de cendres pour pouvoir les étudier. On peut ainsi déterminer les réactifs qu'il faut employer et leurs quantités. Le docteur Donath a fait un certain nombre d'essais avec ½ livre de graphite qu'il a traité par l'acide chlorhydrique, la soude caustique, et la soude à chaud avec lavage subséquent à l'eau chaude; du graphite pauvre (jusqu'à 30 et 40% de cendres a pu être transformé en graphite contenant 97-98½ de carbone; il ajoute que par cette méthode simple on peut obtenir les mêmes résultats que ceux auxquels on arriverait par des procédés beaucoup plus compliqués (traitement au chlore et au fluor, etc.

Si le résidu non combustible contient beaucoup d'oxyde de fer, on peut enlever celui-ci en chauffant le minerai et en le traitant avec un acide dilué; l'oxyde de fer est réduit au contact du carbone et le fer se dissout dans l'acide dilué. Il y a en même temps un fort dégagement d'hydrocarbures car le carbone s'était combiné au fer pour donner un carbure. Si le résidu non combustible est formé de silicates insolubles dans

acide chlorhydrique, il est avantageux de faire une pâte avec le minerai et une solution concentrée de carbonate de sodium; on fait sécher et on chauffe au rouge dans un creuset. On lave ensuite à l'eau chaude puis à l'acide chlorhydrique ou sulfurique dilué, et s'il y a beaucoup de silice avec une solution de soude caustique.

Schoeffel déclare qu'il n'a jamais trouvé de graphite dont le résidu incombustible ne put être extrait par l'un ou l'autre de ces réactifs. Naturellement, il ne serait pas rémunérateur d'appliquer cette méthode sur une grande échelle à du graphite pauvre contenant de 30 à 40% de cendres, mais les graphites qui contiennent de 80 à 85% de carbone, comme c'est le cas pour beaucoup de minerais autrichiens, peuvent être avantageusement purifiés par ces procédés et on obtient un graphite équivalent aux meilleures variétés naturelles.

Ces essais ont prouvé qu'il est possible d'extraire avec des produits chimiques suffisamment bon marché la cendre de presque tous les graphites. Quant à savoir lequel de ces produits donnera les meilleurs résultats, il faut le déterminer pour chaque cas par une analyse quantitative et qualitative; c'est la seule manière de choisir une méthode économiquement avantageuse. Il est bon de remarquer que ce n'est pas tant les variations du pourcentage de cendres que celles de leur composition qui empêchent l'établissement de procédés généraux.

La méthode de Brodie* est bien connue; elle convient d'ailleurs moins à la purification commerciale des graphites naturels impurs qu'à la production de graphite pur très divisé. Le graphite pulvérisé et purifié autant que possible, est mélangé à un quatorzième en poids de chlorate de potassium. On place le mélange dans un vase en fer, on ajoute deux parties en poids d'acide sulfurique concentré (densité 1.8), on mêle bien et chauffe au bain-marie jusqu'à ce que tout dégagement de gaz cesse. Après refroidissement, on reprend par l'eau et on lave bien. Le graphite séché est alors chauffé au rouge dans un creuset; il se gonfle et donne une poudre extrêmement fine. On lave cette poudre et on la laisse se déposer. Cette méthode est surtout recommandable pour le graphite en larges lamelles de Ceylan. S'il contient des silicates et s'il doit être employé pour la fabrication des crayons, il faut ajouter au mélange un peu de fluorure de sodium; l'acide silicique se dégage sous forme de fluorure de silicium. La méthode de Brodie n'est pas sans inconvénients, car, d'après Gottschalk, le graphite chauffé avec un mélange d'acide sulfurique et un agent oxydant est susceptible de s'oxyder.

Pritchard nettoie le graphite de la manière suivante, applicable seulement au minerai contenant de petites quantités de cendres. On prend 18 parties en poids de graphite, une partie de chlorate de potassium et 36 parties d'acide sulfurique (densité 1.8). Le tout est chauffé doucement

* Brodie, Polyt. Journal, 139, 215, 166 et 390 et Donath, Ibid. 87

jusqu'à ce que le chlore cesse de se dégager: le surplus d'acide sulfu[illegible] que est décanté et une petite quantité de fluorure de sodium est ajout[illegible] à la pâte. Enfin, la masse est lavée et le graphite est chauffé au rouge, [illegible] qui le transforme en une masse spongieuse

Brockadon[1] nettoie le graphite pulvérisé par fusion avec du carb[illegible] nate de sodium suivie de lavages à l'eau, à l'acide chlorhydrique puis [illegible] core à l'eau. La poudre fine obtenue par séchage de la masse est hum[illegible] tée et moulée sous forte pression. Les morceaux ainsi formés ont l'appa[illegible] rence, la dureté et la densité du graphite naturel. Leur conductibili[illegible] électrique est, d'après Mathieson, 18 fois plus grande que celle des grap[illegible] tes naturels.

D'après Winkler, au graphite pulvérisé on ajoute son propre poid[illegible] ou le double de celui-ci lorsque le minéral est impur, d'un mélange de pa[illegible] ties égales de carbonate de sodium et de soufre, et on chauff[illegible] doucem[illegible] jusqu'à ce que le soufre ait cessé de brûler sous le couvercle. On fa[illegible] bouillir dans de l'eau la masse tant soit peu scoriée que l'on obtient pa[illegible] refroidissement, et on la lave en l'agitant constamment; le résidu [illegible] traité par l'acide chlorhydrique dilué qui dissout tout le fer. Le graph[illegible] est réduit à l'état de particules très fines et se dépose très lentement. [illegible] contient une très petite quantité de silice blanche qui peut être enlevée pa[illegible] ébullition avec de la soude caustique

Une autre méthode consiste à réduire l'oxyde de fer dans une corn[illegible] fermée et à le dissoudre ensuite par l'acide chlorhydrique dilué. Cepe[illegible] dant, comme cette réduction a lieu aux dépens du carbone du graphit[illegible] on perd ainsi beaucoup de substance ayant de la valeur; de plus, les si[illegible] cates ne sont pas éliminés.

Les frères Bessel, de Dresden, Saxe, purifient l[illegible] [illegible]hite sur un[illegible] grande échelle de la manière suivante:[2] On mélange le graphite avec [illegible] 1 à 10% d'une substance organique et on chauffe avec de l'eau jusqu'[illegible] l'ébullition. Le graphite monte à la surface et peut être écumé. Il est nécessaire que la substance organique choisie ne soit pas soluble dans l'eau, si elle est liquide, et ne soit pas imprégnée d'eau, si elle est solide. On préfère employer l'un des corps suivants: les graisses animales et végé[illegible] tales, les huiles éthériques, les matières résineuses, le pétrole brut, la pa[illegible] rafine, la benzine, l'ozokérite, l'oxyde hydraté d'amyle, etc. Plus ta[illegible] (1887) les frères Bessel ont modifié leur méthode: ils mélangent intim[illegible] ment le graphite à des substances organiques liquides ou solides insolu[illegible] bles dans l'eau, surtout aux hydrocarbures, à l'oxyde hydraté d'amyle [illegible] autres produits analogues; ils ajoutent de l'eau à 30° ou 40°C et agitent. un dégagement de gaz est alors provoqué dans la masse par l'addition de certains produits et les bulles de gaz provoquent la montée des lamelles

[1] Fehling, Handb. d. Chemie 3, page 505
[2] Brevet allemand, No 42.

le graphite à la surface du liquide, tandis que la gangue reste au fond. Le dégagement de gaz s'obtient généralement par l'addition de carbonates (de chaux ou métalliques) au mélange; ceux-ci sous l'action d'un acide dilué donne de l'anhydride carbonique ou de l'hydrogène et un acide dilué.*

Les frères Bessel traitent, paraît-il, de cette manière de grandes quantités de graphite provenant de leurs mines de Kropfmuehle près de Passau. Le graphite obtenu est excellent pour les creusets; à l'état naturel il contient de 25% à 50% de carbone, tandis qu'après avoir été traité sa teneur varie de 92 à 94%.

E. B. Kirby a breveté (brevet américain 809,959, 16 janvier 1906) un procédé par flottement sur l'huile; le graphite pulvérisé est mélangé à une grande quantité d'eau et à une substance plus légère et immiscible telle qu'une solution de bitume dans l'huile de pétrole; en présence de l'eau, celle-ci adhère aux particules de certains minéraux mais pas à d'autres. On agite vivement la masse et laisse reposer; les particules enduites de bitume montent à la surface, ce qu'aident une légère agitation et le dégagement de gaz dans la masse. On écume ce qui flotte, on lave, on filtre et on chauffe les lamelles de graphite de manière à récupérer les hydrocarbures légers.

H. Putz† a fait un certain nombre d'expériences avec le graphite en lamelles et le pétrole brut:

Le graphite est pulvérisé dans les mains et on en met 10 grammes dans une fiole d'Erlenmayer. Du pétrole ordinaire est ajouté de manière à former une pâte fluide et on remplit la fiole d'eau à plus de la moitié. Lorsque le tout a été secoué pendant quelques minutes, on achève de remplir. Le graphite forme alors à la surface du liquide une couche mince dans le pétrole, tandis que les matières terreuses et argileuses tombent au fond. Après avoir laissé reposer pendant quelque temps on décante en ajoutant un peu d'eau, puis on lave le graphite à l'eau et on le sèche. Les graphites naturels sur lesquels ont porté les expériences avaient la composition suivante:

TABLEAU [illegible]

Espèces de graphite	Eau	Carbone	Cendres
Pfaffenreuth	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Kropfmuehle	5 02	31 72	63 26
Germannsdorf (terre brune)	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Kropfmuehle (bonne terre)	[illegible] 66	54 49	41 85
Kropfmuehle (terre brune)	2 88	36 22	[illegible]
St[illegible]weide (près de Germannsdorf) (terre noire)	[illegible] 70	[illegible]	[illegible]

* Deutsches Reichs Patent No. [illegible]

† Jahresbuch für chemische T[illegible] [illegible]

Les terres à graphite de Pfaffenreuth sont molles et décomposées par les intempéries et sont les plus riches qu'on rencontre dans le district après elles viennent les bonnes terres de Kropfmeuhle ; les autres sont dures et compactes et exigent une certaine force pour être pulvérisées, tandis que les premières ont une consistance onctueuse et peuvent être réduites en poussière dans les mains.

Les résultats des essais faits de la manière ci-dessus indiquée sont donnés dans le tableau suivant :

TABLEAU [illegible]

Terre à Graphite de	I Lamelles	II—Lamelles contenant		III Cendres dans les lamelles	IV Résidu terreux	Les résidus IV sont formés de		Carbone dans le résidu terreux
		Carbone	Cendres			Terre	Carbone perdu	
	%	%	%		%			%
1- Pfaffenreuth	63.8	52.68	11.13	17.44	42.92	31.82	1.1[illegible]	2.[illegible]
2- Kropfmuehle	50.11	26.96	20.1[illegible]	40.21	44.87	48.11	1.76	2.9[illegible]
3- Germanaesort (terre brune)	46.11	32.84	13.77	29.[illegible]	50.14	48.44	1.7[illegible]	[illegible]
4- Kropfmuehle (bonne terre)	57.0[illegible]	46.20	[illegible]	19.[illegible]	39.25	30.[illegible]	8.2[illegible]	21.34
5- Kropfmuehle (terre brune)	22.43	[illegible]	[illegible]	[illegible]	74.69	56.2[illegible]	18.87	2[illegible].28
6- Stierweide (terre noire)	17.23	14.[illegible]	2.88	1[illegible]	80.67	50.[illegible]	40.17	28.48

En examinant le tableau ci-dessus il semble qu'on pourrait extraire très bien le graphite, surtout des minerais qui ont subi une décomposition profonde sous l'influence des intempéries, comme les terres de Pfaffenreuth. Les résidus du No 1, n'ont entrainé que 1.1 de carbone; par contre la perte des Nos 5 et 6 a été très élevée; on peut expliquer ce fait en remarquant que le minerai contenait du graphite amorphe et compact, et celui-ci ne semble pas se traiter aussi bien que la variété en lamelles.

On peut ajouter qu'un brevet a été accordé à M. Moritz F. R. Glogner,* de Freiburg, Allemagne, pour un procédé dans lequel l'eau et le pétrole sont employés de la manière suivante: On lave le minerai à l'eau froide pour enlever les grosses impuretés; on le mêle alors à trois ou quatre fois son poids d'eau froide, puis on ajoute la moitié de son poids de pétrole et on agite fortement dans un vase fermé. On laisse reposer puis on arrose la surface du liquide avec de l'eau afin d'obtenir une séparation rapide et plus complète des particules de graphite.

W. Luzi† purifie le graphite comme il suit: Le minerai est humecté avec de l'acide nitrique concentré, puis on le chauffe. Par la chaleur, le graphite se gonfle et donne des fibres vermiformes qui sont formées de graphite chimiquement pur; mais par suite de leur finesse de structure, celles-ci sont extrêmement légères et lavées à l'eau elles surnagent et sont entrainées, tandis que la gangue, séparée du minéral par le gonflement des lamelles, tombe au fond lorsqu'on agite la masse. Le graphite peut ainsi être purifié rapidement et à bon marché; en effet il n'a pas à être pulvérisé ni nettoyé avant qu'on l'humecte avec l'acide; la masse est chauffée aussitôt après avoir été humectée et enfin le gonflement est immédiat. Le lavage est rapide et très peu d'acide est entrainé car le traitement est effectué dans des cornues fermées. Le graphite ainsi obtenu est plastique à un très haut degré et peut être comprimé sous forme de plaques, etc.

La méthode de Langbein‡ consiste à traiter le graphite par l'acide sulfurique et les alcalis et permet d'éliminer les impuretés en les convertissant en produits commerciaux. On mélange le graphite finement pulvérisé avec de l'eau de manière à former une pâte et on ajoute de l'acide sulfurique. Celui-ci décompose les silicates (celui d'alumine, par exemple, en formant du sulfate d'aluminium). Si l'on emploie de l'acide concentré la réaction qui a lieu est incomplète, car le sulfate formé est insoluble dans les acides. On sépare le graphite par décantation, puis on lave à l'eau jusqu'à ce que les eaux de lavage ne donnent plus de réaction acide. La liqueur contient du sulfate d'aluminum que l'on extrait. Le graphite restant est chauffé avec de la soude caustique. L'acide silicique

* Eng. & Min. Journal, 1903, page 320.

† Donath, Ibid. 89

‡ Zeitschrift fur angewandte Chemie, Jahrgang, 1900, 354.

que l'acide sulfurique a transformé en silice soluble, la silice libre et les autres impuretés sont dissoutes, et on obtient un graphite pur, en même temps que du sulfate d'aluminum et du silicate de sodium. Si le minerai contient des silicates, comme les micas, difficiles à dissoudre, on peut modifier la méthode de Langbein de la manière suivante:

On mélange le graphite pulvérisé à une quantité donnée de fluorure d'ammonium, après quoi on traite par l'acide sulfurique comme plus haut.

Le dispositif à adopter en pratique pour la purification par les méthodes précédentes, surtout s'il s'agit de traiter de grandes quantités, est quelquefois difficile à trouver. Si on emploie la voie humide (avec les acides et les bases) on peut se servir de cuves en fer ou en plomb; mais il ne faut pas perdre de vue qu'on est en présence d'un élément de pile (graphite, acide ou base, métal) et que le métal étant à l'électrode négative sera attaqué.

Le traitement par des réactifs à chaud est encore plus difficile. La meilleure façon, d'après Donath, est de dissoudre les quantités nécessaires de réactifs, soude caustique, fluorure de sodium, etc., dans de l'eau en quantité suffisante pour former une pâte épaisse avec la poudre de graphite placée dans un creuset. Les meilleurs creusets pour cette opération sont ceux en carbone pur, qui sont placés à l'intérieur de creusets en acier afin de les protéger contre toute combustion.

L'ébullition du graphite avec des acides dilués et de l'eau peut être effectuée facilement dans des cuves en hêtre ou en pin. D'ailleurs, il faut remarquer que le graphite finement divisé retient énergiquement les sels et les acides et que les lavages doivent être, par suite, très copieux.

Si le graphite contient du carbonate de calcium, on peut employer deux méthodes: l'une consiste à faire digérer le graphite avec de l'acide chlorhydrique ce qui provoque le dégagement d'anhydride carbonique, et l'autre à convertir le carbonate de calcium en bisulfure sous l'influence de l'anhydride sulfureux.

La première méthode, si le minerai est très finement pulvérisé, non seulement permet d'éliminer le carbonate de calcium mais encore l'acide dissout des quantités considérables de matières étrangères telles que le fer, l'alumine, la magnésie, la silice et le manganèse. Un graphite de Buckingham contenait après séchage à 100°C 13.152% de cendres, composées surtout de fer, d'alumine, de magnésie et de silice avec des traces de manganèse et de chaux. Après traitement par l'acide chlorhydrique il ne contenait plus que 6.69% de cendres: on en avait éliminé 6.46 pour cent. Dans ce qui restait il y avait 5.35 de silice et 1.34 d'autres composés. Cet exemple nous montre que la quantité d'acide requise pour le traitement du graphite qui contient du carbonate de calcium est déterminée non seulement par la teneur en carbonate, mais encore par la nature et la quantité des autres impuretés. Avant d'employer cette méthode il est donc nécessaire d'analyser un échantillon de chaque lot de

minerai à traiter; on peut calculer ainsi la quantité d'acide à employer. On applique le procédé dans des cuves circulaires faites de pin et munies d'un agitateur; le graphite pulvérisé est mélangé avec de l'eau et on ajoute l'acide tandis que la masse est maintenue continuellement en mouvement. La réaction est terminée quand un échantillon prélevé dans les cuves et bien lavé ne fait pas effervescence quand on y ajoute de l'acide.

Dans la deuxième méthode, le graphite finement pulvérisé est mêlé avec une grande quantité d'eau et le tout est traité par un courant d'anhydride sulfureux. L'expérience suivante a été faite par l'auteur avec du graphite de la mine Black Donald, comté de Renfrew, Ont. Le graphite contenait 71.46% de carbone et 8.48% de calcite. 10 grammes de minerai finement pulvérisé furent placés dans une fiole avec 125 centimètres cubes d'eau et le tout fut chauffé et maintenue à une température de 60°C. On laissa barboter de l'anhydride sulfureux (provenant du grillage de pyrites) dans le mélange pendant une demi-heure. La solution filtrée fut alors chauffée jusqu'à l'ébullition, ce qui détermina la précipitation de sulfate de calcium sous forme de nodules blancs. Le graphite lavé contenait alors 79.38% de carbone et 1.8% de carbonate de calcium. La réaction est la suivante:

$$CaCO^3 + So^2 = CaSO^3 + Co^2$$

Ce procédé a été appliqué par l'auteur sur une plus grande échelle à des minerais contenant de 6% à 14% de carbonate de chaux. Les cuves employées étaient rectangulaires, de 12 pieds de longueur, 4 pieds de profondeur et 4 pieds de largeur. Elles étaient munies d'agitateurs à axe parallèle à leur plus grande dimension. On les remplissait aux trois quarts d'eau puis on y ajoutait 750 lbs de graphite finement pulvérisé, la température de la masse étant maintenue à 60°C. pendant toute l'opération. L'anhydride sulfureux était introduit par des tuyaux en plomb de deux pouces placés sur les côtés de la cuve et au milieu du fond et munis d'un certain nombre de soupapes automatiques. Le gaz sulfureux était produit par le grillage de pyrites dans un petit four en brique d'où une pompe en métal babbit les comprimait dans la masse de graphite par l'intermédiaire des soupapes automatiques. Le traitement durait de 9 à 12 heures, jusqu'à ce qu'un échantillon du minerai traité par l'acide chlorhydrique ne fit plus effervescence. Le graphite était alors envoyé au filtre-presse, et la masse comprimée traitée par un courant de vapeur de façon à éliminer toutes traces de la solution.

Le traitement exige beaucoup de soin et d'attention; il faut pour qu'il réussisse que le graphite soit très divisé, sinon l'action de l'anhy-

dride est faible et tout le carbonate de calcium ne peut être dissout. Les pompes ne doivent pas être attaquées par l'anhydride sulfureux afin d'éviter une usure trop rapide, des fuites, et les ennuis qui en résulteraient.

Le sulfite de calcium produit par ce procédé est utilisé comme désinfectant dans les distilleries et les brasseries.

CHAPITRE IX

EMPLOIS DU GRAPHITE

1.— Objets réfractaires:

Les propriétés du graphite le désignent tout particulièrement pour la fabrication des objets réfractaires tels que creusets, cornues, agitateurs, buses, etc., et c'est cette industrie surtout qui a donné son essor à l'exploitation du graphite telle que nous l'avons vu se développer dans ces 25 dernières années.

A.—Creusets.

La plus grande partie de la variété cristalline est employée pour la fabrication des creusets qui servent beaucoup pour la fonte du fer et de l'acier. On peut se faire une idée du développement des applications de cette variété quand on remarque qu'en 1878, à Ceylan, on n'en exploitait que 4320 tonnes, tandis que la production atteignait 25,200 tonnes en 1902, avec une valeur de $3,505,455.

Les premiers creusets furent faits au commencement du XVème siècle, près de Passau dans les villages de Obernzell et Hafnerzell: on les employait dans les laboratoires et aux monnaies pour la fonte des métaux précieux. Ferranto Temperato, en 1599, est le premier qui mentionne la confection de creusets en graphite à lamelles. Déjà Agricola (1495-1550) vante les creusets en graphite pour leurs propriétés réfractaires et on dit que les alchimistes les employaient dans leurs recherches de la pierre philosophale. Les creusets de Passau, fabriqués par la "Vereinigte Schmelztiegelwerke", la plus ancienne fabrique du monde sont encore les plus réputés bien que dans le cours des trente dernières années, des manufactures de creusets aient surgi dans toutes les parties du monde où le fer et l'acier sont fabriqués. Ces creusets de Passau ont été vendus pendant longtemps aux Etats-Unis jusqu'à ce que la "Joseph Dixon Crucible Co." ait commencé à en fabriquer; les débuts de cette dernière remontent à 1827, époque à laquelle Joseph Dixon, le fondateur de cette importante maison, après de soigneuses recherches fit ses premiers creusets. A l'exposition de Vienne, en 1873, on pouvait voir des creusets Dixon, quelques-uns de grandes dimensions, et en 1878, un article parut dans le "Jahresbuch faer chemische Technologie", dans lequel on lit: "Tandis qu'autrefois le seul endroit où fussent produits des creusets était le village d'Obernzell, près de Passau en Bavière, l'Amérique joue aujourd'hui un rôle important dans la fabrication de cet article et

en exporte dans toutes les parties du monde même à Oberuzell, et on les dit non seulement meilleurs mais meilleur marché que ceux fabriqués à cet endroit. La mine de graphite est à Ticonderoga, N. Y., la fabrique de creusets à Jersey City; l'une et l'autre appartiennent à la "Joseph Dixon Crucible Company". On n'y emploie que du graphite fin en lamelles que l'on broie dans des broyeurs à boulets spéciaux."

Par suite du développement des fabriques de fer et d'acier, on a établi un grand nombre de fabriques de creusets depuis 1870, tant aux Etats-Unis qu'en Europe, mais maintenant les grandes fabriques font elles-mêmes leurs creusets.

Pour la fabrication des creusets, il faut tenir compte de plusieurs facteurs importants, tels que la difficulté de combustion, la densité, la stabilité et la résistance aux influences mécaniques. Toutes ces qualités doivent se trouver réunies dans un bon creuset. Au premier abord, il semble facile de faire des creusets, mais il y a tant de points à considérer, surtout dans le choix des matières premières, qu'on peut dire que la fabrication de creusets ayant des propriétés réfractaires données est un art.

D'après Jochum* la résistance d'un creuset dépend de ses propriétés chimiques et physiques. La matière première employée doit être suffisamment réfractaire, c'est-à-dire incombustible. Le fabricant doit donc connaître la résistance au feu des substances qu'il emploie et par suite il lui faut connaître leur composition chimique. Dans une fabrique bien dirigée, les différentes opérations sont contrôlées par des essais au feu et par l'analyse chimique de toute substance non encore employée. L'expérience a montré que si cette surveillance technique vient à faire défaut, les creusets fabriqués sont défectueux à beaucoup de points de vue dont les principaux sont la production de fissures et l'abaissement du degré de résistance au feu.

Au point de vue physique et mécanique, il faut que les matières premières soient combinées de manière à ce que le produit obtenu soit suffisamment dense et suffisamment solide. Il faut aussi qu'il offre une certaine résistance aux température ordinaires et quand on l'expose au feu. La dimension des grains dans le mélange, leur cohésion et leur homogénéité sont autant de points importants pour la fabrication de bons creusets.

Une des qualités les plus importantes des creusets en graphite est leur conductibilité de la chaleur. Dans un creuset fermé, toute la chaleur nécessaire pour la fusion du métal vient à travers la paroi. La différence entre la température moyenne dans le four et celle qui existe dans le creuset est considérable; ceci est dû à l'absorption de chaleur par la paroi du creuset. La substance qui est préférable est donc celle

* Conférence à la "Verein Deutscher Ingenieure", 1894.

qui est la meilleure conductrice puisqu'elle économise du temps et du combustible. Les creusets de graphite sont sous ce rapport supérieurs à tous les autres; le graphite lui-même est un bon conducteur de la chaleur. Ceci explique pourquoi la charge en acier d'un creuset pour la fonte est aux Etats-Unis de 95 à 115 livres, tandis que les creusets anglais, en argile, reçoivent rarement plus de 60 livres. De même, on charge un four 7 ou 8 fois en 24 heures, quand on emploie des creusets de graphite, tandis qu'avec les creusets d'argile on dépasse rarement quatre charges pendant la même période.

La conductibilité des creusets varie comme la quantité de graphite employée. La quantité de chaleur absorbée par le creuset varie comme l'épaisseur des parois. Plus on emploie de graphite plus le creuset est fragile, en admettant que les autres constituants du creuset soient en proportions convenables. Le graphite n'ajoute rien à la résistance du creuset, mais augmente sa durée et sa conductibilité; c'est même lui qui rend le creuset conducteur. Tels sont les principes sur lesquels repose la fabrication des creusets. On n'a jamais essayé de déterminer numériquement la conductibilité du graphite à creusets.

Les creusets sont composés d'argile, de sable et de graphite. La meilleure argile et la plus réfractaire ne peuvent résister que peu de temps à un métal fondu, surtout l'acier. Mais si on ajoute du graphite à l'argile, la masse résiste aussi longtemps que le graphite est en quantité suffisante, pourvu que la paroi du creuset puisse résister aux pressions qu'elle a à supporter et ne soit pas abimée de quelque manière. Le graphite joue plusieurs rôles; il empêche toute oxydation des métaux qui comme oxydes et non comme métaux entre en combinaison avec les corps qui forment le creuset; le carbone du graphite tant qu'il est protégé contre la combustion, augmente l'infusibilité de l'argile qui, elle-même est déjà très peu fusible. C'est pour la même raison qu'on "carbonise" les creusets d'argile ordinaire pour augmenter leur résistance au feu, en les saturant de goudron et en les chauffant dans un four; le carbone mis en liberté remplit les pores du creuset. Plus le carbone est difficile à brûler, plus la protection du creuset est efficace; c'est pourquoi on emploie le graphite qui est beaucoup plus incombustible que les formes plus communes du carbone. La conductibilité du graphite pour la chaleur est un autre de ses avantages; le creuset peut supporter des changements de température brusques sans en être affecté, tandis que le métal y fond beaucoup plus vite que dans les creusets ordinaires. De plus, les parois sont plus glissantes, ce qui facilite le coulage du métal. Plus un graphite possède les qualités ci-dessus étudiées, plus les creusets qui en sont faits ont de valeur et c'est ce qui rend si important le choix du graphite.

M. W. F. Downs,* ingénieur des mines et directeur-gérant de la "Federal Graphite Company", de New-York, indique un mode d'application du graphite qui a pour résultat de donner des propriétés spéciales aux creusets dans lesquels on l'emploie:

"Le graphite joue encore un autre rôle: il permet au creuset de résister aux changements brusques de température. C'est de cette qualité que dépend la durée d'un creuset. La possibilité de passer soudainement d'une température de 2,000 C à 100 C et inversement et cela à plusieurs reprises ne peut être obtenue avec aucune autre substance. J'ai chauffé un petit creuset jusqu'à 1,400 C, puis je l'ai plongé dans l'eau pour le chauffer ensuite de nouveau et répéter jusqu'à 20 fois la même opération. En faisant résonner le creuset en le frappant avec les doigts ou avec une baguette, je n'ai remarqué aucun changement dans le son rendu jusqu'à la douzième opération. A la vingtième il ne rendait presque aucun son. En pratique, les conditions sont moins sévères, et on a vu des creusets soutenir 80 et même plus de 100 charges, bien que la durée moyenne d'un creuset soit de 20 à 60 charges pour la fonte des alliages de cuivre ou des métaux analogues.

"On ne sait pas comment le graphite communique ces deux propriétés spéciales à un mélange d'argile et de sable. Si on oxyde complètement le graphite d'un creuset, celui-ci garde encore sa forme bien qu'il soit devenu poreux; en effet, la moitié ou plus de la substance qui le forme a disparu. Dans ces conditions, il ne peut garder le métal fondu bien qu'il puisse résister à une forte chaleur; il se brise vite et se fend si on le refroidit brusquement. La durée d'un creuset dépend non seulement de son aptitude à résister aux changements brusques de température et de ses propriétés réfractaires, mais encore des réactions qui ont lieu dans le creuset. En ce qui concerne les opérations à faire dans un creuset, il ne faut pas oublier en effet qu'on est toujours en présence d'un agent réducteur, le carbone du graphite, dans la paroi. Les fabricants de creuse. tiennent compte soigneusement du carbone que fournit la paroi. Un cas intéressant de diminution de la durée d'un creuset dans des conduitions cependant peu sévères à été fourni par la réduction d'oxyde d'étain. Cette réduction devait s'effectuer par l'addition de charbon de bois. Celui-ci étant en quantité insuffisante, l'oxyde d'étain absorba le graphite du creuset; l'oxyde d'étain restant, agissant comme fondant, fit fondre l'argile réfractaire et le sable si bien que le creuset disparut après quelques charges. L'addition de charbon de bois en excès, dans un cas de cette nature augmente la durée des creusets."

Le seul inconvénient qu'il y ait à employer le graphite, est la diminution de la cohésion de la masse quand on passe une certaine limite pour la teneur en graphite. Il n'y a pas de règle générale pour la proportion

* Iron Age, 24 mai 1900, p. 5.

du graphite et de l'argile et on doit déterminer celle-ci dans chaque cas par une série d'essais et en vue du but qu'on se propose d'atteindre.

Les procédés de fabrication, bien que différents dans les détails sont les mêmes partout. L'argile doit être de la qualité la plus pure et la plus fine et le choix de cette matière a une grande importance. Il y a des argiles réfractaires dans tous les pays, mais celles-ci, tout en étant peut être excellentes pour les objets réfractaires ordinaires, ne peuvent être employées pour les creustes. La meilleure argile jusqu'à présent vient de Stourbridge (Angleterre) et de Passau et de Klingenberg (Bavière). Cette dernière, par suite de sa grande pureté et de ses propriétés réfractaires est employée non seulement en Allemagne en en Autriche, mais aussi en Angleterre et aux Etats-Unis. Cette argile varie du bleu clair au bleu foncé; elle a une consistance grasse et est très plastique. Elle se gonfle au contact de l'eau; au lavage les meilleures variétés donnent 84.98 à 88.75 d'argile pure et de 11.00 à 15.15 de sable légèrement ferrugineux. Une analyse chimique de deux argiles à creusets faite par le docteur Bischof de Wiesbaden (Allemagne) le 6 juillet 1903, a donné les résultats suivants:

TABLEAU 42

	Argile 1		Argile 2	
	%		%	
Alumine	31.16		30.43	
Silice	54.16*		55.76†	
Magnésie	0.38		0.27	
Chaux	0.40		0.34	
Oxyde de fer	1.66	3.41	1.37	[illegible]
Alcalis	0.97		0.72	
Pyrite	Traces		Traces	
Perte au feu	11.48		11.42	
	100.21		100.31	

L'argile est d'abord séchée dans un four où on maintient la température à 120 C jusqu'à ce que toute l'humidité ait disparu. Elle est alors broyée avec de petits pilons ou des meules puis tamisée afin d'enlever les morceaux et les substances étrangères qui ont pu y être introduites pendant ces différentes manipulations. Si on emploie du graphite en lamelles, il ne doit contenir aucun morceau . Les lamelles larges doivent être éliminées car elles diminuent la cohésion et la densité des creusets. Le graphite amorphe est employé par les fabriques d'acier qui

* 31.11 chimiquement combinée, 23.05 sable avec 22.91% silice, 0.10% alumine.
† 33.81 chimiquement combinée, 21.95 sable avec 21.80% silice, 0.12% alumine.

font elles-mêmes leurs creusets, mais comme on l'a déjà vu cette variété n'est pas avantageuse.

On ajoute parfois du quartz ou du sable pur en petites quantités pour diminuer le retrait de la masse; parfois aussi de la brique pulvérisée pour empêcher les fissures des creusets.

Le mélange est ensuite légèrement additionné d'eau et laissé plusieurs jours pour qu'il s'imprègne; on mélange alors la masse et on la travaille dans un malaxeur; on la découpe en morceaux qu'on moule en forme de boules ou d'ellipsoïdes qu'on laisse pendant plusieurs semaines dans une cave ou dans tout autre endroit analogue. Lorsque ces morceaux commencent à montrer une couche sèche à leur surface, on les malaxe de nouveau de manière à avoir une pâte bien homogène.

La proportion des divers ingrédients qu'on emploie pour une bonne pâte à creuset est généralement gardée secrète par les fabricants; de plus, comme les substances employées n'ont pas une composition constante, la même formule ne pourrait être applicable dans tous les cas. Une formule employée avec l'argile de Klingenberg, de la qualité décrite plus haut, et du graphite de Ceylan, est la suivante:

Argile réfractaire, 75.
Quartz 25.
Graphite, 100.

Très souvent on exige des creusets très réfractaires et on met de 80 à 100 de graphite, mais bien des usines en mettent beaucoup moins. D'après Ledebur,* les creusets pour la fabrication de l'acier à outils en Basse Autriche, ne contiennent que de 30 à 60% de graphite; mais ce graphite est de la meilleure qualité de Ceylan et est spécialement préparé. Très souvent il est chimiquement purifié en le faisant bouillir avec de l'acide sulfurique et de l'acide nitrique (3:1) ce qui le fait gonfler. Après lavage, la poudre obtenue a une densité de 2.25 et ne se mêle pas à l'eau. Le quartz doit être à grains fins et très pur. Si on désire un creuset aussi peu combustible que possible on ajoute de l'argile très réfractaire spécialement préparée dans ce but.

On donne aux creusets leur forme en moulant le mélange réfractaire dans des moules en bois ou en fer, parfois composé de deux pièces détachables et symétriques. On fait pénétrer dans la pâte un cône de bois ou de fer de dimensions telles que la paroi du creuset ait l'épaisseur voulue. C'est la méthode employée aux grandes usines d'Achenrain dans le Tyrol où l'on travaille le cuivre. La figure 35 représente les moules dont on se sert.

* Thonindustrie Zeitung. 1895. No 3.

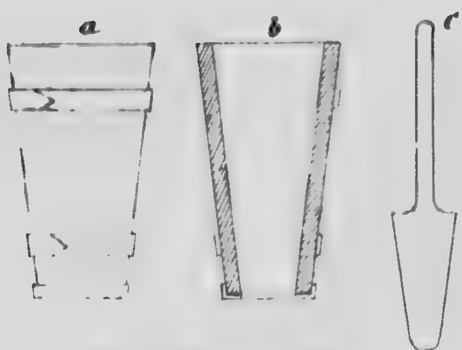


Fig. 35.—Moules à creusets.

Les moules (a) et (b) sont les deux demi-moules extérieurs et (c) est le cône central muni d'un manche et avec lequel on donne aux parois du creuset leur épaisseur.

Il faut faire attention de ne pas laisser de bulbes d'air dans l'argile ce à quoi on n'arrive que par un malaxage répété et une compression uniforme de parois. Tout le surplus d'argile est coupé à l'aide d'un fil et renvoyé au malaxeur. Le creuset ainsi grossièrement moulé est lavé, remis dans le moule tandis qu'il est humide et comprimé contre celui-ci avec un mouvement de rotation ce qui fait disparaître les inégalités de la surface intérieure. On le laisse dans le moule un jour ou deux après quoi on l'enlève et la place sur une planche couverte de graphite en poudre. On le fait sécher à l'air mais à l'abri des rayons solaires car ceux-ci provoqueraient des fissures; pendant ce temps on le retourne fréquemment pour éviter qu'il ne s'attache à la planche; il faut aussi veiller à ce qu'il ne se produise pas de fentes ou de bulbes d'air. Celles-ci, si on en trouve, sont ouvertes avec un canif et comprimées doucement avec les doigts. Les fentes sont fermées d une manière semblable. On continue ainsi jusqu'à ce que les creusets soient secs et résistants.

Dans la fabrication des creusets à la main on se sert d'un tour sur lequel on façonne le creuset, mais ce procédé a l'inconvénient d'exiger une pâte plus humide qu'il ne la faut pour le moulage mécanique. De plus, l'uniformité dans l'épaisseur de la paroi et du fond dépend de l'habileté de l'ouvrier. D'autre part, ce procédé permet d'éliminer le séchage dans les moules et par suite les moules eux-mêmes ce qui, dans les grandes usines, représente une notable économie. Pour les petits creusets toutefois, il faut absolument se servir de moules car le fond serait trop petit pour pouvoir supporter les parois sans déformation, c'est-à-dire sans la destruction finale du creuset.

La fabrication des creusets à l'aide du tour à potier se fait comme il suit: Une masse de pâte de grosseur voulue est placée au centre de la

PLANCHE XVIII



Fabrication des creusets dans la fabrique Dixon, Jersey City.

table que l'on fait tourner au pied comme on le voit encore dans quelques anciennes usines d'Europe ou par un engrenage mû mécaniquement. La pâte est moulée avec les deux mains en commençant par la base et en allant de l'intérieur à l'extérieur. L'épaisseur de la paroi dépend de la grandeur du creuset, celle-ci étant déterminée par l'usage qu'on veut faire de ce dernier et jusqu'à un certain point par les dimensions du four dans lequel il sera utilisé.

Confection des creusets à la machine:—Dans quelques unes des fabriques modernes, les creusets sont entièrement faits à la machine. Les appareils employés varient beaucoup, chaque manufacture ayant ses modèles spéciaux, et nous ne pourrons en décrire qu'un petit nombre. Un de ces appareils consiste en une petite plaque tournante avec un moule fixé au centre dans lequel on place la pâte. On fait tourner le tout et on abaisse dans la pâte un cône suspendu concentriquement à la table; ce cône en pressant la pâte contre la forme, moule l'intérieur du creuset en donnant à la paroi l'épaisseur voulue.

On peut encore attacher le moule renversé au centre de la table et faire pénétrer le cône par une ouverture ménagée à cet effet.

L'appareil de Picard et Bergman, consiste en une forme en fonte garnie de cuivre dans laquelle on place la pâte; un cône en fer est descendu lentement dans celle-ci pour donner au creuset sa forme et aux parois l'épaisseur voulue. Le surplus est chassé par de petits canaux. Le moulage est ainsi fait, prétend-on, beaucoup plus rapidement qu'avec le tour ordinaire.

Aux usines de la Morgan Crucible Co., de Londres, on emploie la machine de Morgan and Hyles.

Une autre machine dont on se sert dans les usines européennes, et depuis quelque temps dans les usines américaines, est représentée par la figure 36. Elle consiste en un moule (c), un cone (e) deux vis à filets inverses (kk), une plaque annulaire fixe attachée à (kk) comme l'indique la figure, enfin un piston (b) mû hydrauliquement en (a). Le creuset est moulé de la manière suivante: Le moule et le cône sont rapprochés à l'aide des vis (kk) mues à leur partie supérieure comme l'indique la figure; celle-ci montre le cône abaissé et prêt à recevoir la pâte. On en place un morceau à la partie supérieure du piston (b) qui le comprime à l'intérieur du moule (c). Quand le creuset est moulé, la forme (c) est abaissée et le cône élevé à l'aide des vis (kk) tandis que le creuset est maintenu en place sur le piston par l'anneau (h). On le retire par le côté.

Dans quelques usines américaines, la pâte est placée dans un moule fait en plâtre fixé au centre d'un tour et la forme est donnée par la force centrifuge à l'aide d'un bras vertical suspendu au dessus de l'appareil.

Schlickeysen moulait dans une mâchoire spéciale, 1500 petits creusets de graphite à l'heure, en employant de la poudre de graphite sèche

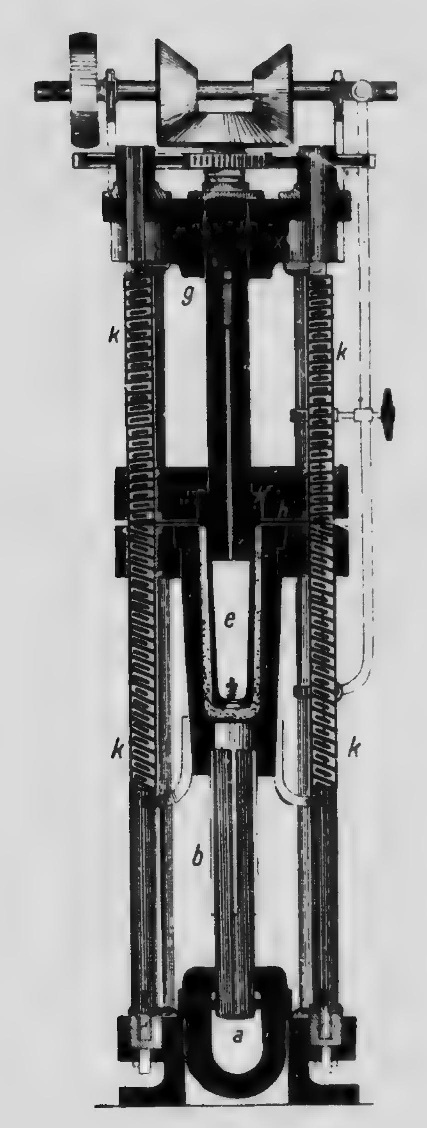


Fig. 36.—Machine à faire les creusets.

Séchage et cuisson des creusets:—Plus les creusets sèchent lentement, moins ils ont de chance de se fendre. Le séchage a lieu généralement dans de grands fours, le fond du creuset reposant sur la partie la plus chaude. Dans quelques usines les creusets sont placés sur de larges plaques de fer chauffées modérément par en dessous; dans d'autres on les

met sur les tablettes d'un four et on chauffe celui-ci à l'aide des gaz chauds provenant d'un foyer spécial. Dans la grande fabrique de la "Morgan Crucible Company", de Londres, les creusets, d'après Bischof, sont séchés dans des fours qui sont en communication avec la partie supérieure de fours à cuire, ce qui y maintient une température égale.

Dans les fabriques bavaroises on les sèche pendant 6, 8 ou 10 semaines dans de grands fours; on constate que le séchage est terminé quand le creuset frappé avec un marteau rend un son métallique.

La plupart du temps, aussitôt secs, les creusets sont cuits dans de grands fours. S. A. Peto* prétend que tous les creusets de graphite sans exception devraient être cuits avant d'être mis en service, car sans cela ils sont susceptibles de se fendre par suite de l'humidité absorbée dans l'atmosphère. Il ajoute qu'on pourrait se dispenser de la cuisson si on empêchait l'humidité d'imprégner le creuset; à cet effet il l'enduit de la préparation donnée plus bas et le chauffe légèrement, ce qui le recouvre d'un vernis. De cette manière, prétend-on, la pâte est rendue imperméable à l'humidité et le creuset peut être employé pour la fusion des métaux sans être cuit. La préparation recommandée est la suivante:

Argile 12 parties en poids.

Argile de Cornouailles, 2 parties en poids.

Argile rouge broyée et transformée en pâte, $1\frac{1}{2}$ partie en poids.

Bioxyde de manganèse, $\frac{1}{2}$ partie en poids.

On peut changer ces proportions, mais le retrait du mélange doit être le même que celui du creuset.

La cuisson des creusets est généralement faite dans des moufles en argile très réfractaire et qui en contiennent plusieurs à la fois. La cuisson rend les creusets durs et leur donne une couleur variant du gris clair au gris bleu, mais qui n'indique pas la qualité du creuset. A Birmingham, d'après Bischof, la cuisson des creusets a lieu dans des fours à réverbère de 30 centimètres en tous sens horizontalement et de 65 centimètres de hauteur. Les creusets sont placés le fond en l'air sur une couche de coke de plusieurs pouces d'épaisseur; on allume le feu et on remplit le four de coke de telle manière que les creusets soient chauffés graduellement jusqu'au rouge. Ils sont alors renversés puis portés de nouveau au rouge, après quoi on les laisse refroidir. Si la chaleur n'était pas fournie lentement les creusets se fendraient.

La cuisson des creusets employés pour l'acier est généralement faite de deux façons différentes suivant le combustible dont on se sert pour la fusion du métal; si c'est du coke la cuisson est faite au coke; elle l'est au charbon si c'est du charbon. Quand la cuisson est faite au coke, les creusets sont placés, de 16 à 20 en même temps, dans un four rectangulaire avec une large porte sur le côté. Les creusets sont sur une grille à plusieurs pieds au dessus du sol et avec un pouce d'intervalle entre eux. La grille est garnie de creusets; l'espace vide est rempli de

coke et la porte close. Le feu doit être conduit lentement de manière à ce qu'il n'atteigne la surface que 6 à 8 heures après l'enfournage. Plus la cuisson dure de temps, meilleurs sont les creusets; cependant, le feu ne doit pas s'éteindre à la partie inférieure, tandis que le milieu ou la partie supérieure sont encore en pleine ignition. Le creuset est placé de manière à assurer la cuisson du fond. Lorsque la houille est employée comme combustible on se sert généralement de fours en ciment avec une porte sur le côté. Ils contiennent de 15 à 20 creusets couchés sur une grille ou placés le fond en l'air. La cuisson dure de 8 à 10 heures.

Propriétés des creusets en graphite.—Leur emploi et l'abus qu'on en fait

On n'a pas tardé à s'apercevoir que les creusets en graphite pouvaient résister à des conditions difficiles et on se demandait même aux débuts comment ils pouvaient durer dans les conditions où on les employait. Maintenant on exige des fabricants que leurs creusets résistent à des conditions paradoxales. La phrase souvent répétée que le graphite résiste à la chaleur, au froid, aux acides et aux bases et l'idée qu'il est inerte en toutes circonstances en sont la cause. En réalité, le graphite ne forme qu'une partie de la pâte à creuset; de plus, il est sujet, aux hautes températures, à toutes les réactions que donne le carbone amorphe à plus basse température; enfin, les autres substances qui servent à former le creuset peuvent donner bien des réactions; on comprend donc que nombre d'essais concernant l'emploi des creusets de graphite aient abouti à des échecs. Bien des expériences absurdes ont été faites mais on a aussi résolu bien des problèmes difficiles. Si le travail expérimental avait été mené suivant des données scientifiques et noté avec méthode, on en aurait fait plus et de meilleur. Les fabricants se réunissent rarement et plus rarement encore échangent leurs vues sur ces questions techniques et il y a encore beaucoup de recherches à faire.

M. W. J. Downs* ex-directeur-gérant de la Federal Graphite Company, New-York, émet à ce sujet les idées suivantes:

"Si on étudie avec soin les conditions dans lesquelles est employé un creuset de graphite et la nature de la matière dont il est formé, on trouve qu'il y a quelques principes à suivre dans sa fabrication, si l'on veut obtenir un creuset de qualité uniforme et adapté à ses différents usages. Un tel creuset doit être réfractaire, résistant, bon conducteur de la chaleur, durable, c'est-à-dire susceptible d'être employé nombre de fois, et susceptible de résister à la température élevée des substances intérieurement ou extérieurement en contact avec lui. Les qualités réfractaires d'un creuset sont tout à fait mal comprises; ce sont de beaucoup les plus faciles à obtenir. Un mélange de graphite et d'argile réfractaire

* Iron Age, 10 mai 1900, page 10.

PLANCHE XIX



Séchage des creusets dans la fabrique Dixon, Jersey City

de bonne qualité donnerait un mélange assez réfractaire pour permettre la fusion du platine mais ne résisterait pas car il lui manquerait les autres qualités qu'on vient d'énumérer.

La résistance au feu requise d'un creuset de graphite varie dans de grandes limites. Les creusets qui donnent de bons résultats à la température de fusion du nickel ne sont pas ceux qui conviennent à une fonte de zinc. Il faut choisir une pâte correspondant à la temperature à laquelle sera porté le creuset. Ce ne serait pas le cas si la résistance au feu n'était pas aussi intimement associée aux autres qualités. Le graphite commence à s'oxyder dans le creuset à une température d'environ 600°C. La rapidité d'oxydation augmente avec la température et varie avec la composition du gaz des fours. La durée du creuset dépend beaucoup de la rési. ance à l'oxydation du graphite. On obtient celle-ci en protégeant le creuset par un vernis dont la formation dépend des propriétés réfractaires de la pâte. Si donc, la substance est trop peu fusible le creuset est de peu de durée; il en est de même si elle l'est trop car le creuset se ramollit. Ce vernis dépend des matières qui entrent dans la composition de la pâte, de la température à laquelle on l'élève et de la nature du combustible. Quelques fabricants vernissent l'extérieur du creuset avec un mélange plus fusible que le creuset lui-même. Si la première chauffe du creuset est assez élevée pour donner ce vernis, la résistance à une température inférieure est notablement augmentée.

"Il est généralement plus difficile de faire un creuset pour les températures moyennes que po r les températures élevées, non pas tant en ce qui concerne la part du fabricant que par ce que on a une tendance à surchauffer les corps fondus aux températures moyennes. Un creuset ne doit donc pas être trop réfractaire, mais doit être fait de manière à ce que l'oxydation du graphite soit empêchée à la température et dans les conditions où on l'emploie; il doit en outre, être assez sistant pour supporter la pression du métal et les efforts qu'il est expo à recevoir. A ce dernier point de vue, il faut qu'il y ait une relation entre les dimensions d'un creuset et sa résistance; un creuset peut être bon et cependant ne pas pouvoir supporter la pression du métal ou celle encore plus forte des pinces. Ce sont ces manipulations qui diminuent la durée d'un creuset et la tendance à adopter des fours à bascule pour les grands creusets montre que ceux qui utilisent ces creusets se sont rendu compte de ces choses."

M. Erwin S. Sperry* s'exprime ainsi sur la qualité des creusets: "Quand un creuset en graphite est bien fait il a plus urs caractéristiques: 1°. Quand on le brise la cassure doit en être fibr se, c'est-à-dire comme celle d'un morceau de bois et non pas comme celle d'un morceau de brique. Le fameux graphite de Ceylan, en particulier, lui donne cette

* The Brass World, Janv. 1906.

première apparence. Une structure fibreuse peut résister aux changements soudains de température et aux efforts auxquels on soumet le creuset quand on l'enlève du four; 2°. Un creuset doit être bien proportionné; le fond doit être épais et les parois doivent aller en s'émincissant vers le haut. Etant donnés les efforts auxquels il doit résister on ne peut douter que sa forme ait une grande importance. La figure 37 montre un creuset No 70 fendu en deux. Remarquez la structure fibreuse et le changement d'épaisseur de la paroi. Les creusets à paroi mince sont meilleurs conducteurs de la chaleur mais moins résistants et par suite moins durables. L'expérience a prouvé que la forme actuelle des creusets est bonne telle que la montre la figure 37 et je considère ce creuset comme ayant de bonnes proportions.



Fig. 37.—Moitié d'un creuset de graphite No 70.

Il y a longtemps qu'on parle de la couleur des creusets, mais aujourd'hui, seul le novice se figure qu'elle correspond à la qualité. On obtient des creusets blancs et des creusets noirs avec la même pâte et on peut les obtenir à volonté. La seule différence est que le graphite à la surface d'un creuset noir n'a pas été brûlé dans le four, tandis qu'il l'a été pour le creuset blanc. Pour illustrer cette explication, prenons deux creusets de la même pâte et secs tels que l'un d'eux puisse pénétrer dans l'autre: ils sont naturellement noirs tous deux. Faisons les cuire. Aussitôt la cuisson finie nous constaterons que le creuset extérieur est blanc tandis que le creuset intérieur est noir. D'ailleurs, si nous grattons avec un canif le creuset blanc, nous verrons que cette blancheur ne pénètre

pas et qu'elle ne peut avoir d'influence sur le creuset. La croyance assez répandue que dans ce cas le graphite est détruit au point de réduire la durée d'existence du creuset, n'a pas de sens. La quantité de carbone perdue est si petite qu'elle n'a aucune importance. Il n'y a aucune différence entre les deux espèces de creuset."

On peut classer les creusets de graphite d'après le métal qu'on veut y fondre et le combustible qu'on emploiera. Les espèces ainsi obtenues varient dans leur forme et leur composition. Un premier classement est la division en creusets pour le laiton et creusets pour l'acier. On peut d'ailleurs fondre d'autres métaux dans l'un et l'autre de ces creusets. Un second classement est la division en creusets pour le gaz, creusets pour le coke et creusets pour la houille. La forme de tous les creusets faits aux Etats-Unis est celle d'un oeuf coupé aux deux bouts. Les creusets pour l'acier ont même diamètre à peu près à chaque extrémité et sont parfois plus étroits au sommet; le plus grand diamètre est à la moitié de la hauteur ou légèrement au dessus. Les creusets pour le laiton ont la même forme d'ensemble mais le diamètre au sommet est beaucoup plus large qu'à la base; le plus grand diamètre est placé comme précédemment. Le rapport du diamètre à la hauteur est plus faible pour l'acier que pour le laiton et il est moindre pour les creusets étrangers que pour les creusets américains. Les premiers, plus élancés, sont plus économiques au point de vue du combustible que les seconds. On fait bien des formes pour répondre à des travaux ou à des fours spéciaux et aussi à l'exigence des clients, mais la forme ovale est la plus répandue. Les numéros de grandeur sont arbitraires et ont varié à différentes époques. Actuellement, ils représentent la contenance du creuset en livres; le coefficient est 3 pour le laiton. Ainsi par exemple, les creuset No 60 contient 180 livres de métal. Comme la densité des métaux à fondre varie, la contenance des creusets varie. On prend le nombre correspondant à du laiton de densité 8 environ. Pour les creusets à acier la relation qui existe entre le numéro et la capacité est plus vague: un creuset No 60 contient 110 livres d'acier fondu, tandis qu'un No 50 en contient 95 environ. Ces deux grandeurs sont à peu près les seules qu'on emploie. Les creusets pour le laiton sont au contraire faits de toutes les grandeurs depuis le petit creuset de joallier qui contient une livre jusqu'aux creusets de 1000 livres employés pour les métaux mous. On en fait même de plus grands, comme ceux en forme de cornue dont se servent les affineurs d'argent pour la distillation du zinc. Ces creusets ne sont pas enlevés du four pour le coulage du métal ou le chargement car le four lui-même bascule.

Dans la fabrication du laiton un creuset de graphite peut recevoir de 35 à 45 charges, tandis que ceux d'argile n'en recevraient que 4 ou 6. Les meilleurs creusets faits de graphite cristallin peuvent recevoir de 50 à 60 charges de laiton et même jusqu'à 70; un creuset de graphite

amorphe n'en supporterait que 6 à 8. Il faut avoir soin après chaque fonte de retirer les scories.

Pour la fusion du fer et de l'acier, de bons creusets à graphite cristallin peuvent recevoir de 6 à 8 charges, tandis que ceux de graphite amorphe n'en supportent qu'une ou deux. Naturellement, beaucoup dépend de la manière dont on manie les creusets et la durée d'existence des creusets varie notablement d'une fonderie à l'autre. D'après M. Erwin S. Sperry, tous ceux qui se servent de creusets devraient supposer qu'ils sont imbibés d'eau; ils verraient alors à les conserver dans un endroit sec et ne les soumettraient pas à une chaleur exagérée, mais au contraire les recuiraient soigneusement. En admettant qu'ils sont parfaitement secs on n'hésite pas à les placer immédiatement dans un feu très vif et le résultat est qu'ils se fendent.

Les creusets lorsqu'on les reçoit du fabricant doivent être mis dans un endroit sec et chauffé, si possible. Dans les usines où on lamine le laiton on les garde d'habitude sur le dessus des fours à moufle. Cet endroit est chaud et sec, et les creusets non seulement s'y dessèchent mais restent secs ensuite. Cette pratique est courante dans les usines à laiton et on y achète de grandes quantités de creusets que l'on emmagasine ainsi. C'est une méthode excellente et les intéressés n'en doutent pas. Un fabricant m'a même déclaré qu'à son point de vue, conserver les creusets de cette manière pendant un an, doublait leur existence. Il y a peut être là un peu d'exagération, mais il n'est pas douteux que cette précaution augmente la durée d'un creuset d'une façon notable. C'est



Fig. 38.—Creuset avec un trou par o.. le métal s'est écoulé.

ce qui explique les nombreuses charges obtenues d'un même creuset par les métallurgistes qui laminent le laiton: on remarque en effet que c'est dans cette industrie qu'on arrive aux nombres les plus élevés. Les opérations de fonte y sont cependant les mêmes que dans les fonderies et les mélanges sont identiques.

Lorsqu'un creuset a été soigneusement séché il doit être recuit. On entend par là l'amener lentement au rouge. Si on veut obtenir une longue durée et ne pas risquer de briser des creusets neufs il faut toujours les mettre dans un feu (coke ou houille, peu importe) nouvellement allumé. Aux débuts, le four est froid et le tirage est pauvre; le creuset sera donc porté lentement à la température du rouge. Après la première fonte le feu devient plus brillant et, si un bon fondeur peut l'employer une seconde fois pour recuire des creusets sans courir de risques, un fondeur maladroit les fendra. S'il est nécessaire de recuire un creuset dans le milieu de la journée, il faut ralentir le feu, mettre du charbon et diminuer le tirage; les parois du four ne tardent pas à noircir et on peut alors y placer le creuset.

Quand on recuit un creuset il faut le mettre dans le four à l'envers car le fond est beaucoup plus épais que le reste de la paroi et demande, pour cette raison, à être chauffé plus lentement. Au bout d'un certain temps, on peut retourner le creuset et activer le feu de manière à amener le four au rouge. On met alors le métal et remplit le four de charbon. Il est remarquable qu'après la première charge on peut soumettre un creuset sans autant de danger à des changements soudains de température, et que plus il vieillit plus on peut lui faire subir de grands écarts. Tout dépend de la première fonte. Souvent sans doute des fentes formées à ce moment, donnent plus tard des trous ou autres ennuis.

Un bon creuset doit s'user régulièrement et quand il est fini des fentes se dessinent sur le bord. Cependant on peut souvent employer pendant quelque temps encore un creuset fendu; mais en général le nombre de charges qu'il peut prendre est très limité. La figure 39 montre un creuset qui commence à se fendre. Dans le cas présent le creuset était très aminci et les fentes avaient assez d'importance pour qu'il ait dû être mis au rebut.

M.W. F. Downs, s'exprime à ce sujet dans les termes suivants:

"Beaucoup de métallurgistes ajoutent des fondants pour purifier le métal et protéger la surface. Les substances que les fondeurs comprennent sous le nom de fondants sont le sel, la chaux, le borax, le charbon de bois et certains mélanges. Ce terme de fondant n'implique nullement une idée de réducteurs comme les silicates, etc. Il résulte de ce qui précède que le creuset doit souvent résister à l'action d'un acide ou d'une base. Heureusement, la présence de graphite en grande proportion pro-

tège la substance liante pendant longtemps. Les creusets pour réactions basiques sont généralement acides mais le sont plus ou moins. On fait d'excellents creusets neutres ou à peu près.



Fig. 39.—Creuset commençant à se fendre au bord.

Souvent un fondeur change son fondant ou la quantité qu'il en emploie et s'étonne de voir les creusets présenter moins de résistance. En général, ceux qui emploient des creusets ont de nombreux secrets et n'aiment pas à donner leurs méthodes. Ils seraient souvent surpris s'ils pouvaient se rendre compte du nombre de gens qui emploient leurs procédés secrets! D'ailleurs, et heureusement, cette "prudence" se fait plus rare Tant que les creusets se sont fabriqués en petite quantité dans des ateliers disséminés il était difficile de profiter de l'expérience acquise. Aujourd'hui, grâce aux grandes usines, le fabricant et le client se trouvent plus en contact. Or sans l'aide et les critiques de celui-ci, celui-là ne peut faire de progrès. Les usines modernes font de plus en plus usage de la chimie et de la métallurgie et le creuset ne pourra manquer d'être mieux étudié. Le fabricant de creusets ne travaillera plus à l'aveuglette et connaissant les besoins auxquels il doit satisfaire il donnera de meilleurs produits.

On peut dire qu'on se sert de creusets de graphite par commodité e par utilité. La fusion des métaux et des alliages dont la qualité sera diminuée si la substance fondue était exposée à l'influence des produits de la combustion sont dans ce dernier cas. Au premier cas appartient la

fusion de petites quantités de matière. Nous allons d'ailleurs donner quelques exemples. Un bon alliage de cuivre et de zinc ou d'étain ne peut être obtenu sans creuset par suite de l'oxydation ou de la volatilisation du zinc et de l'étain à la température nécessaire pour former l'alliage.



Fig. 40.—Creuset No 200 qui a reçu 61 charges dans un four à bascule.

Le même argument qu'on avance en faveur de l'emploi des creusets dans la fonte de l'acier s'applique aux alliages de cuivre; d'ailleurs il est bien rare d'entendre parler d'un alliage de cuivre fait autrement que dans un creuset. Il arrive souvent qu'une usine isolée a besoin de moulages en bronze, en fer, etc.; dans ce cas le creuset est tout indiqué et est très commode.

Parmi les travaux où l'on emploie des creusets de graphite comme récipients pour la fusion on peut citer: les fontes malléables, les petits objets en fonte de fer, l'acier fondu, les alliages de cuivre, les alliages de zinc, la fonte et l'affinage de l'or et de l'argent. On se sert également de formes oblongues, carrées ou rondes pour la soudure et pour calciner les substances qui exigent un chauffage régulier et à l'abri de l'air, telles que les mines de crayons, les charbons de lampes à incandescence, etc. Un des emplois les plus intéressants des creusets de graphite est le suivant: La distillation des métaux exige des cornues spéciales pour condenser les vapeurs métalliques; un des exemples les meilleurs en est fourni par la distillation du zinc telle qu'elle est pratiquée dans les usines où l'on

de l'argent ; les cornues en graphite employées sont maintenues dans un four à bascule et ont une capacité de 1500 livres.

D'après Peto, il est avantageux de peindre les creusets cuits, tandis qu'ils sont encore chauds (environ 100 C) avec de la résine ou du goudron dissous dans la térébenthine ou dans l'alcool de bois. On obtiendrait ainsi une durée prolongée et une grande résistance aux fentes.

Comme on l'a déjà vu, les creusets de graphite peuvent subir des variations brusques de température sans se fendre ; on peut s'en servir jusqu'à ce que le graphite soit complètement brûlé ; ils ne peuvent plus alors résister à la pression du métal ou au maniement avec les pinces. Le graphite ne peut brûler immédiatement à l'intérieur de la paroi car la masse argileuse se scorifie et empêche ainsi l'oxydation de celui-ci. Toutefois, malgré cette protection, si le creuset est exposé à une chaleur élevée et continue, le graphite finira par disparaître et le creuset deviendra fragile et se brisera. Pour empêcher des fentes prématurées dans l'argile appauvrie en carbone on plonge le creuset dans un mélange d'argile très réfractaire et de borax dissous.

Les bons creusets de graphite ne sont pas aussi poreux que ceux d'argile et par suite n'absorbent pas autant de métal que ces derniers, ce qui est important pour les métaux précieux.

Dans les laboratoires les creusets de graphite sont indispensables car ils peuvent être facilement travaillés, coupés, sciés, percés par suite du peu de densité de la paroi ; et cependant, si on les manie avec soin ils sont pratiquement indestructibles.

Différentes espèces de graphite.

Il y a tant de mélanges différents employés pour la fabrication des creusets spéciaux qu'il serait futile de chercher à les étudier ou à les décrire. Nous ne donnerons dans ce qui va suivre que la composition des pâtes courantes dont se servent les usines d'une réputation mondiale.

Une fabrique en Bavière emploie du kaolin de Passau, du graphite cristallin (mélange de graphite de Passau et de celui de Ceylan) et des débris de creusets nettoyés au préalable. Ces derniers réduits en poudre donnent ce qu'on appelle du sable de creuset. Les trois ingrédients entrent en proportions égales dans le mélange. Une autre fabrique se sert de graphite d'Hafnezell qui renferme de 50% à 55% de matières terreuses du graphite de Ceylan, et du tiers à la moitié de kaolin de Passau.

Les excellents creusets de la "Plumbago Crucible Co." de Londres sont faits d'argile de Stourbridge et de 70% de graphite de Ceylan, c'est-à-dire d'argile et de graphite en parties égales. Cette compagnie consomme chaque année plusieurs milliers de tonnes de graphite cristallin de la meilleure qualité. Outre le mélange donné plus haut, on y fait aussi tous les mélanges d'argile et de graphite qui sont exigés pour les creusets

destinés à des usages spéciaux. On mélange [illegible] puis on les humidifie légèrement en les laissant [illegible] pendant quelque temps. On mélange la pâte dans [illegible] et on [illegible] en blocs que l'on emmagasine pendant plusieurs semaines avant [illegible] utiliser pour le moulage des creusets. Cet emmagasinage a pour but de lui faire acquérir de la plasticité.

Les creusets de Hynam, Tanners Hill, Deptford, sont [illegible] pour leur qualité et supportent couramment, dit on, 70 charges.

Les creusets de Birmingham sont formés de trois parties de graphite, de deux parties d'argile de Stourbridge et d'une partie de brique pi[illegible]; on obtient celle-ci en pulvérisant de vieilles briques et en passant au tamis [illegible] maille de 5 millimètres. Une autre composition, d'après Hauston, est la suivante : 3 parties de graphite, 2 parties de coke dur, 4 parties d'argile de Stourbridge et 1 partie de fragments de creusets pulvérisés. Le tout est passé [illegible] à mailles de 3 millimètres, humidifié et malaxé avec soin. Les creusets ainsi faits sont cuits à feu doux dans un four. On prétend qu'ils résistent [illegible] températures les plus élevées et on les emploie pour la fusion des métaux les plus durs; ils ne se fendent pas lors qu'on les chauffe et les refroidit brusquement. Ils ont une capacité de 50 à 60 livres de métal fondu et peuvent recevoir 14 à 16 charges dans la fonte de l'acier.

Une manufacture à Duisburg, Allemagne, fait ses creusets [illegible] docteur Bischof, de 8 parties d'argile, de 1 partie [illegible] 4 parties de graphite (de la meilleure qualité de [illegible]) [illegible] peuvent recevoir 3 charges d'acier.

La fabrication des creusets dans une usine de [illegible] de la manière suivante, d'après le docteur Bischof [illegible] Ceylan est broyé dans des broyeurs à boulets du genre [illegible] page 171; puis mélangé avec du kaolin dans les proportions [illegible]. On prend 10 parties en poids de graphite et 7 parties d'argile [illegible] berg (Bavière); on ajoute un peu de charbon de bois de manière à rendre la masse plus poreuse. Tous les ingrédients sont mélangés à sec; on humecte d'eau et on pétrit le tout dans de grands cylindres de fonte contenant 3 tonnes. La masse est malaxée par des tiges fixées sur un arbre central; chaque tige est munie de 4 tigelles verticales aplaties à la partie inférieure. En très peu de temps la masse devient homogène avec une consistence de boue épaisse; on s'en sert ainsi pour faire les creusets. Ceux-ci sont moulés à la main ou à la machine, mais les modèles spéciaux sont toujours moulés à la main. On suit la méthode indiquée à la page 234. Pour la fabrication à la machine on place la pâte dans un moule en plâtre au centre d'un tour et on tourne la masse en lui donnant la forme désirée.

Le creuset est laissé dans le moule jusqu'à ce qu'il soit sec; il est alors retiré de celui-ci et cuit suivant la méthode habituelle.

Dans quelques cas il faut augmenter la quantité de graphite. Tamm* fait un enduit pour les creusets destinés à la fonte des minerais de manganèse pour lesquels une température très élevée est nécessaire. Les meilleurs creusets eux-mêmes y résistent difficilement. L'enduit en question est composé de trois parties de graphite et une partie d'argile, mélangés avec un peu d'eau et appliqués à l'intérieur du creuset sur une épaisseur de 15 m. m. On prétend que ce revêtement empêche complètement le creuset de se fendre.

Le coke et le charbon de bois sont fréquemment ajoutés au graphite dans les creusets. Dans la fonderie royale de Berlin, des creusets faits de 8 parties d'argile, 5 parties de coke pulvérisé et 4 parties de graphite ont donné des résultats très satisfaisants. Ils ont supporté 23 charges de 38 kilos de fer chacune et ont été exposés à des températures très élevées sans se déformer.

Une autre formule† pour les creusets à acier et à métaux précieux est la suivante: 10 parties de porcelaine broyée, 10 parties de graphite, 15 parties d'amiante fibreux en filaments de 3 m m de longueur, 3 parties de quartz et 22 parties d'argile réfractaire.

Les creusets de la "Patent Plumbago Crucible Company" de Battersea, contiennent 52.6% de carbone, 2.08% d'eau hygroscopique et 45% de substances terreuses, celles-ci composées de 68% de silice, de 31% d'oxyde de fer et de traces de chaux.

D'après Mene, certains creusets anglais avaient la composition suivante:

TABLEAU 43

	I	II	III
Silice	51.40	45.10	50.00
Alumine	22.00	16.65	20.00
Oxyde de fer	3.50	0.95	1.5
Graphite	20.00	34.50	25.[illegible]
Chaux	0.20	0.00	0
Eau	1.80	2.50	2
Perte au feu	1.10	0.30	0

Objets réfractaires faits en graphite.

Outre les creusets, on fabrique encore avec du graphite des ringards pour remuer et mélanger les alliages, des appareils à phosphorer, des briques réfractaires, des tuyères, etc. Les appareils à phosphorer le bronze sont employés dans la fabrication de cet alliage et servent à introduire une certaine quantité de phosphore dans le mélange fondu.

* Dinglers Polyt. Journal, 1872, Vol. 106, page 38

† Dinglers Polyt. Journal, 206, page 156

La figure 41 donne une section de ces appareils. Une tige de fer est fixée sur le côté et à l'aide de celle-ci on plonge l'appareil dans l'alliage

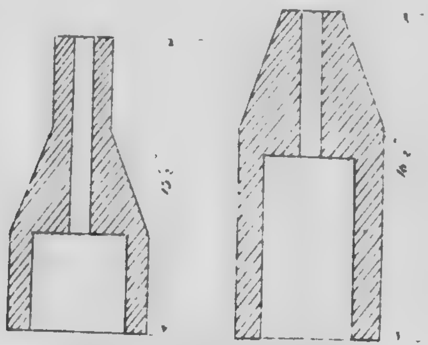


Fig. 41.—Appareils à phosphorer.

fondu après avoir introduit dans la chambre inférieure le phosphore soigneusement enveloppé pour empêcher toute inflammation spontanée. Le changement subit de température provoque la rupture de ces instruments quand ils sont faits d'argile et c'est pour cela qu'on les construit en pâte de creusets à graphite ; ils résistent alors parfaitement et empêchent l'inflammation du phosphore.

On se sert beaucoup de briques réfractaires en graphite et leur résistance les rend très supérieures aux briques réfractaires ordinaires.

Kryptol.

Le Kryptol* est une substance réfractaire obtenue par le mélange dans des proportions données de graphite, de carborandum et d'argile de manière à produire une masse grenue. Il offre au passage du courant électrique une résistance suffisante pour donner une température élevée sans être abimé. Il évite l'emploi de platine, de nickel ou des métaux qui ont jusqu'ici été employés dans les fours de cette nature et évite le danger des courts-circuits.

Jusqu'à présent on se sert du Kryptol comme il suit : Une plaque de poterie de 2 pieds carrés et placée dans un cadre de bois d'où émergent, sur deux faces opposées, deux électrodes de charbon des cornues qui reposent sur la plaque et sont intercalées dans un courant à l'aide de fils isolés. On place la poudre de Kryptol sur la plaque entre les deux électrodes ce qui permet au courant de passer ; si l'on diminue l'épaisseur de la masse, le Kryptol s'échauffe.

On peut aussi écarter la poudre d'une des électrodes et ne se servir

* Can. Min. Rev., Décembre 1904.

que d'une mince couche; le Kryptol s'échauffe et donne des étincelles quand le courant passe; la chaleur dégagée est si grande qu'on peut porter de l'eau à la température de l'ébullition en quatre minutes.

Plus les grains sont fins, plus la résistance est faible et moins on obtient de chaleur; on fabrique le kryptol en grains de quatre dimensions. La facilité avec laquelle la température peut être réglée en variant l'épaisseur de la couche sur la plaque rend cette substance utilisable dans un grand nombre d'opérations. On s'en est servi pour chauffer les maisons, les tramways, les wagons de chemin de fer, etc. Il a été adopté aux laboratoires de l'université de Berlin, de l'Ecole technique d'Aix-la-Chapelle, du Bureau impérial de Santé et d'autres institutions allemandes.

CRAYONS.

Histoire.

Le crayon de mine de plomb est une des belles inventions des trois derniers siècles car on ne peut nier l'importance qu'il a eu dans la diffusion des sciences et des arts. On ignorait complètement l'usage du crayon chez les anciens. Ce n'est qu'au moyen âge qu'il commença à être employé, et encore le crayon de cette époque pourrait il difficilement être comparé au crayon de graphite moderne. La pâte était formée de plomb métallique et d'autres substances, et donnait un faible trait sur le papier. On ne s'en servait d'ailleurs que pour régler et nullement pour écrire ou dessiner. On l'employait sous forme de disques circulaires à arête coupante et analogues de forme à ceux dont se servaient les anciens dans le même but. Ce n'est que dans les temps modernes qu'on trouve des dessins au crayon. Au XIVème siècle, les maitres de l'époque et en particulier les frères Van Eick et au XVème siècle Memlink et d'autres mentionnent des études faites avec un crayon sur un papier dont la surface avait été préparée à la craie. On appelait ces dessins "à l'argent", terme certainement inexact car de l'argent pur n'a pu être employé.

Au XIVème siècle, on a fait de nombreux dessins en Italie, avec des crayons composés d'un alliage de plomb et d'étain. La "Laura" de Pétrarque fut peinte de cette façon par un de ses contemporains et le procédé était encore en vogue au temps de Michel Ange. Ces crayons passèrent d'Italie en Allemagne; en Italie on les appelait "stili" du latin "stylus". En tous cas ils ne furent jamais d'un emploi courant. On se servait alors de plumes pour écrire et dessiner et aussi très souvent, de crayons noirs et rouges. On prétend que les Italiens importaient les crayons rouges d'Allemagne, tandis que les crayons noirs venaient d'Espagne.

Vasari parlant d'un artiste du XVIème siècle dit qu'il excellait également dans l'emploi du "stile" et dans celui de la plume, dans l'emploi

du crayon noir et dans celui du crayon rouge. C'est à cette époque que fut découvert le graphite dont on devait bientôt faire les crayons de "mine de plomb". La découverte en fut faite en Angleterre sous le règne d'Elizabeth et c'est en 1564 que furent trouvées les fameuses mines de Borrowdale dans le Cumberland. Aussitôt cette mine ouverte on s'efforca d'implanter sur le sol anglais cette industrie des crayons qui devaient, dans la suite prendre une telle importance.

[illegible] dit que les premiers crayons furent fabriqués en Angleterre, dans la [illegible] moitié du XVIème siècle. Le graphite extrait de la mine était scié en [illegible]tes tiges de la dimension voulue et placé sans autre préparation dans [illegible] bois. Bien que cela puisse sembler étrange, ces premiers crayons n'ont jamais été surpassés en qualité ; on les employait encore aux débuts du siècle passé et leur douceur ainsi que le ton de la trace laissée les faisaient préférer à tous les autres. Les crayons du Cumberland ont joui d'une grande vogue non seulement par ce qu'ils ont été les premiers à remplir un besoin longtemps ressenti mais encore, et surtout parmi les artistes, pour leurs qualités remarquables.

La mine de Cumberland n'était exploitée que quelques semaines chaque année et cependant on a évalué le graphite extrait pendant cette courte période à £40,000. Le minéral était envoyé directement à Londres et vendu aux enchères qui avaient lieu le premier lundi de chaque mois. Le prix moyen était de 30 à 40 shillings par livre mais, d'après Dufrenoy, la meilleure plombagine du Cumberland était payée jusqu'à £7 la livre anglaise. Cette mine et l'industrie à laquelle elle donnait naissance était suffisamment importante pour que le gouvernement anglais jugeât à propos d'interdire l'exportation du graphite sous toute autre forme que celle de crayons. Bien que la mine ne fut exploitée que quelques semaines chaque année et que le graphite non manufacturé ne pût être exporté, le rendement diminua graduellement jusqu'à ce qu'on ne pût plus en [illegible] autre chose que des débris inutilisables par les fabricants de crayons. [illegible] est naturel que les Anglais aient alors cherché partout de nouvelles mines de graphite, mais ce fut en vain

La seule chose à faire était de purifier les résidus et de les emp[illegible]er. C'est pourquoi on se mit à pulvériser le minerai au sortir de [illegible] et à le purifier chimiquement. On le comprimait alors en masse [illegible] à l'aide d'une presse et on le coupait comme le vrai graphite de Cumberland. Malgré tous les efforts faits et toute la science et l'adresse dont on a donné des preuves en essayant d'améliorer le produit, les anglais n'ont pu jusqu'ici remplacer la plombagine naturelle de Borrowdale. On a donc cherché à trouver une substance qui permettrait d'employer le graphite d'une manière plus économique. On a successivement essayé de la fondre avec des métaux, puis avec du soufre (30 à 40%) ; ce dernier rendait le graphite cassant et la trace laissée sur le papier était à peine visible. Un mélange d'antimoine et de plombagine donnait un produit tout à fait [illegible]

blable en apparence au minéral pur; malheureusement il écrivait à peine. Vers la fin du XVIIIème siècle l'industrie des crayons fut introduite en France et y prit rapidement un grand développement. Le pas le plus décisif fut fait quand la valeur d'un mélange d'argile et de plombagine fut découverte pour remplacer le graphite pur. Ce procédé fut inventé en même temps par Conté en France et par Hardmuth à Vienne, en 1795. La méthode avait de grands avantages car non seulement on économisait ainsi le graphite mais les procédés de fabrication étaient en même temps de beaucoup simplifiés, ce qui permettait de réduire le prix des crayons.

Ces progrès ont donné une notable impulsion à la fabrication des crayons en France, bien que la production de ceux-ci ne fut pas du premier coup ce qu'exigeaient les besoins de la société. Bien des espèces de crayons furent essayées mais elles ne répondaient pas à ce qu'on en attendait. C'est que dans cette industrie la main-d'oeuvre ne jouait pas un rôle moindre que la technique et les recherches scientifiques.

En Allemagne, l'industrie se développa lentement; l'adoption des nouvelles méthodes se heurta d'abord aux préjugés. De plus, cette industrie avait bien peu d'importance dans ce pays. C'est à Stein près de Nuremberg qu'on en trouve les premières traces: le registre de l'église pour l'année 1726, y contient la mention du mariage de "fabricants de crayons de mine" et plus tard on trouve, dans le même registre, mentions de "coupeurs de mines" des deux sexes.

Le gouvernement bavarois ne tarda cependant pas à s'intéresser à cette industrie et à l'encourager. En 1766, un comte de Kronsfeld obtint le droit d'établir une fabrique de crayons à Jettenbach. Plus tard, en 1816, le gouvernement établit une manufacture royale à Obernzell, près de Passau, et y introduisit le procédé français. Quand ta fabrique fut complètement organisée, le gouvernement la confia à une compagnie. A Vienne, une fabrique fut établie à la même époque, et le procédé français y fut également adopté.

La grande manufacture de A. W. Faber, à Stein, a des origines très modestes: en 1760, Kasper Faber s'établit à Stein et en 1761 il commençait à fabriquer des crayons. Telles sont les origines de cette grande industrie du district de Nuremberg qui fut considéré comme le centre manufacturier où le monde s'approvisionnait de crayons, jusqu'à ce qu'une maison de Fuerth, dans la même région, ait établi une usine qui est à présent dirigée par la "Eagle Pencil Company" de New-York. Cette création marqua le commencement de la baisse dans les importations américaines. En 1890, celles-ci ont atteint leur maximum avec $169,032.44, tandis qu'en 1893, elles baissaient à $97,320 et ont toujours baissé depuis.

Aujourd'hui, les 9/10 des crayons employés aux Etats Unis y sont fabriqués et on en exporte beaucoup. Cette industrie emploie deux mille ouvriers et leur paye $700,000 de salaire annuel, tandis qu'elle produit $2,000,000 de crayons.

La ville de Nuremberg et ses environs sont encore le centre de la fabrication des crayons en Europe; ce district aujourd'hui, n'a pas moins de 25 manufactures et emploie 3,000 ouvriers.

Fabrication des crayons.

Nous avons déjà indiqué quelles sont les variétés de graphite qui conviennent à la fabrication des crayons, c'est la variété laminaire qu'on recherche et le minerai a d'autant plus de valeur qu'il est plus pur et plus homogène.

Très peu a été publié sur ce sujet; on peut même dire que rien ne l'a été en anglais. L'auteur a donné dans ce qui va suivre, un résumé de ce qui est connu sur la question, surtout en ce qui concerne les manufactures allemandes, en se basant sur ses observations personnelles lors de ses visites aux établissements de Nuremberg, et aussi sur les informations publiées dans leur traité par le docteur Donath, professeur de Chimie technologique à l'Ecole technique de Brenn, Autriche, et par A. Buchwald (Bleistifte und ihre Herstellung nach bewaehrten Verfahren).

Conté se servait, pour la fabrication des mines, de planches de bois bouilli dans l'huile de lin de manière à éviter toute déformation sous l'influence de l'humidité. Les rainures correspondant aux mines étaient remplies à l'aide d'une spatule avec la pâte à crayon et la seconde moitié du moule était placée pardessus; on laissait le tout sécher en le maintenant serré par des vis. Puis on chauffait légèrement au four; après quoi on ouvrait les moules et détachait les mines. Si tout est fait avec soin, toutes les mines seront parfaitement droites et bien peu seront brisées.

Plus tard, Conté remplaça le bois toujours susceptible de se déformer sous l'influence de l'humidité par du cuivre ou du laiton. Les rainures étaient rapprochées et les mines enlevées à l'aide d'un instrument, inventé par Conté, qui consistait en une série de lamelles de fer maintenues par deux barres; en glissant celles-ci sur les plaques de cuivre parallèlement aux rainures, les mines étaient toutes entraînées et déposées sur une table.

On peut encore faire les mines de la manière suivante: On fixe verticalement à l'intérieur et sur le fond d'une boîte en fer de petites tiges de fer ou d'acier qui ont la forme de la mine (en tenant compte du retrait). On verse dans la boîte un alliage facilement fusible; on laisse refroidir et on retire les barres de fer. On a alors un bloc métallique tubulaire à travers lequel on comprime la pâte. On sèche près d'un four; les tigelles de graphite, grâce au retrait, peuvent être retirées et séchées à l'air

Thompson dans les "Records" a publié les données suivantes sur la fabrication des crayons en Angleterre, de 1810 à 1830. On y fabriquait trois sortes de crayons: les ordinaires, les "ever-pointed" et les "plumets", ces derniers formés d'un tiers de soufre et antimoine et de deux-

tiers de graphite. Pour les deux premières espèces on coupait d'abord de minces languettes de cèdre; parmi celles-ci les unes étaient munies d'une rainure de section carrée et les autres étaient unies. Du graphite pur était alors taillé en prismes de même section que les rainures et placé dans celles-ci; on nivelait la surface puis on collait par dessus une des pièces unies. On divisait ensuite en crayons de longueur convenable et on tournait ceux-ci dans des tours spéciaux. Six crayons de cette sorte, surtout les "ever-pointed" coûtaient 2 shillings 6 pence et un crayon de graphite dans du bois de cèdre coûtait 6 pence. Le coupage du graphite était fait à la main ou à l'aide d'une scie mue par le pied.

Comme le graphite assez pur pour être employé ainsi était rare et qu'il y avait beaucoup de pertes, des efforts furent faits dès le dix-huitième siècle pour utiliser tous les débris et, aussi, les graphites terreux et laminaires. Pour cela il fallait pulvériser le minéral, le purifier et le rendre plastique par l'addition que quelque substance liante. Aux débuts on comprimait la pâte en une masse qu'on coupait après durcissement comme le graphite naturel. Ce n'est que plus récemment qu'on a adopté le procédé par la compression de la pâte semi-solide à travers des tubes ayant la section voulue.

La principale difficulté était d'obtenir une pâte qui eut la consistance et la couleur du graphite naturel. Les colles et les gommes devaient être ajoutées en telle quantité pour produire une masse ayant une cohésion suffisante [illegible] devenait trop dure pour laisser une marque sur le papier; [illegible] pâte n'était jamais aussi homogène que le graphite na[illegible] ce qui est cependant important pour les bons crayons; enfin [illegible] humidité [illegible] se ramollissant et devenant inutilisable. Pour toutes ces raisons les colles [illegible] abandonnées et on se servit de colophane (résine [illegible]

On ne [illegible] colophane rendait [illegible] graphite [illegible] mélange de petites quantités [illegible] façon à [illegible] [illegible]

Un autre avantage des crayons à pâte argileuse sur ceux de graphite pur est que la trace laissée sur le papier n'a pas l'éclat métallique et est d'un noir plus intense. Pour obtenir ce résultat, on ajoute à la pâte un peu de noir de fumée pour les crayons de bonne qualité, et un peu de charbon de bois pulvérisé pour les autres.

Afin de vérifier si le graphite est assez fin on en mêle un peu avec de l'argile, on sèche et on cuit. Si le graphite est suffisamment fin, la masse coupée ne doit pas laisser voir de lamelles brillantes; s'il y en a, on pulvérise le graphite d'avantage. Si on a ajouté du noir de fumée ou du charbon il faut éviter avec soin l'accès de l'air quand on cuit la pâte car le carbone pourrait s'oxyder. On mélange les ingrédients à sec puis on ajoute de l'eau pour former une pâte épaisse. On pulvérise jusqu'à ce qu'un échantillon essayé comme plus haut, n'ait pas de lamelles brillantes. On passe au filtre-presse pour rendre la pâte épaisse puis on malaxe et triture jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de bulles d'air et que la masse soit bien homogène. Les grandes fabriques de crayons emploient des machines perfectionnées et spéciales pour la préparation de la pâte.

Les mines sont formées en comprimant la pâte à l'aide d'un piston plongeur dans un cylindre muni d'orifices particuliers qui donnent aux filets plastiques la forme et la dimension désirée. On coupe à la longueur voulue et on fait sécher. La pâte subit un léger retrait. Aussitôt le séchage terminé (on l'active en chauffant légèrement) les mines sont cuites au four. Plus la température de celui-ci est élevée et plus on y laisse les mines longtemps, plus celles-ci deviennent dures. On détermine d'avance par une série d'essais la chaleur et la durée de cuisson qui conviennent pour chaque composition de la pâte. Il faut veiller à maintenir la température uniforme si l'on veut des mines de qualité régulière. La cuisson a lieu dans des creusets ou des capsules réfractaires et à l'abri de l'air. On les protège avec de la poussière de charbon de bois. Celle-ci est souvent omise pour les crayons ordinaires.

Si la température est brusquement élevée pendant la cuisson, les mines deviennent cassantes, se brisent ou se déforment et deviennent inutilisables car elles ont perdu leur plasticité. Les crayons ordinaires qui se brisent facilement quand on les taille ou quand on écrit, ont été cuits trop rapidement.

Les crayons employés pour certains dessins techniques et la sténographie, ne doivent pas s'épointer trop rapidement et cependant ne doivent pas être durs. Dans ce but on sature ces crayons de cire après la cuisson et en les faisant chauffer de nouveau. D'ailleurs, de tels crayons ne sont relativement que peu employés parce qu'on ne peut effacer leurs marques avec une gomme, celle-ci n'ayant pas de prise. On les utilise souvent pour le dessin d'architecture.

Après la cuisson, les mines sont placées dans les rainures des bois préalablement préparés (Fig. 42) ; on nettoie la surface et on colle le second morceau, puis on fait sécher. Les bois contiennent de 3 à 12 crayons

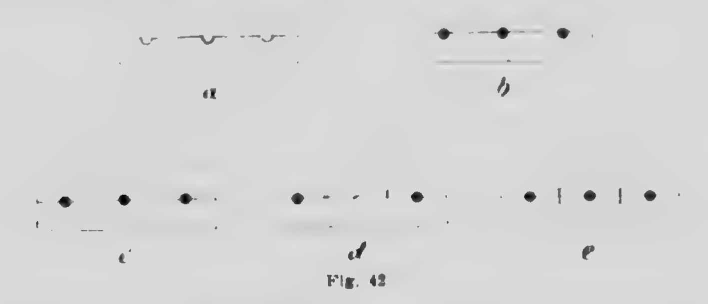


Fig. 42

ou plus, suivant le bois employé ; celui-ci est du cèdre pour les meilleurs crayons. Après le séchage, on sépare chaque crayon que l'on tourne ou coupe en primes octogonal suivant le cas ; puis on le vernit et le marque. Il est alors prêt à être vendu.

La fabrication des crayons comprend donc les opérations suivantes :

1.—Préparation de la pâte.
2.—Boudinage de cette pâte.
3.—Cuisson des mines.
4.—Préparation des bois.
5.—Coupage des bois en crayons et finissage de ceux-ci.

Il y a, naturellement, bien des compositions pour la pâte à crayon. Chaque fabricant, à peu près, a la sienne qui dépend plus ou moins de la qualité des substances employées ; elle dépend aussi des crayons que l'on cherche à obtenir.

Les quantités les plus employées pour les crayons ordinaires sont deux parties en poids de graphite pour trois parties d'argile ou même quantité des deux. D'après Fréchette, 4 parties et 8 parties d'argile pour 5 parties de graphite sont des limites à ne pas dépasser. Plus on emploie d'argile, plus les crayons sont durs et moins l'éclat de la masse est métallique ; plus il y a de graphite, et plus les crayons sont tendres, brillants et noirs.

Schuster fait ses crayons de 30 parties de graphite, 9 parties d'argile, 9 parties de stibine ($Sb^2 S^3$) et une partie de suif. Le graphite est pulvérisé et lavé puis séché au four pendant deux heures. Le suif est ajouté au mélange et bien malaxé avec lui. Après la cuisson les crayons sont plongés dans de la cire bouillante. Si on veut un crayon dur on met de l'argile au lieu de suif. Les crayons très durs à dessin sont faits de : 36 parties de graphite, 18 parties d'argile, 8 parties de stibine et 2 parties de noir de fumée.

Hirnschall, à Vienne, fait des crayons avec du charbon sulfuré et du graphite. Celui-ci est purifié en le faisant bouillir pendant 24 heures

avec un mélange d'eau, d'acide nitrique et d'acide chlorhydrique, on le lave ensuite.

Weilhein, à Vienne, prend deux parties de graphite lavé et de cinq parties et demi d'argile; il y ajoute le précipité d'une partie et quart d'alun par la potasse caustique et celui par le zinc de deux parties et quart d'acétate de plomb dissoute dans 54 parties d'eau.

La raison pour laquelle on emploie l'argile est sa faculté de durcir plus ou moins par la cuisson suivant la température, ce qui permet d'obtenir des crayons de duretés variées. On lave l'argile avant de s'en servir et laisse le sable et toutes les impuretés lourdes se déposer au fond pendant 20 minutes. On transvase à l'aide d'un siphon et l'argile se dépose au fond de cette seconde cuve. On enlève l'eau, on filtre et sèche; l'argile peut alors être employée. Pour broyer le graphite on se sert d'un broyeur semblable à celui qu'indique la figure 43.

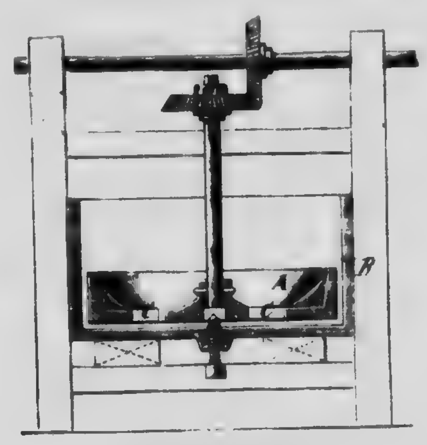


Fig. 43. — Broyeur Conté

Après le broyage on le passe au filtre, puis on le dessèche. Ce la[illegible] n'est d'ailleurs pas souvent nécessaire car il est généralement [illegible] usines d'extraction. Pour augmenter l'éclat et la molesse du graphite [illegible] le sommet, après broyage et séchage, à la température du rouge blanc dans un creuset couvert.

Le broyeur Conté que montre la figure 43, est très employé dans les fabriques de crayon pour mélanger les ingrédients de la pâte. Il est composé de deux pièces de fonte, l'une fixe à l'extérieur B, l'autre mobile A qui est mise en mouvement par un engrenage comme l'indique la figure. La pièce A contient 4 trous C dans le fond par où passent les ingrédients: la masse est alors broyée et, grâce au mouvement rotatoire rapide de A, elle est jetée contre la paroi de B d'où elle retombe en A. On continue le broyage jusqu'à ce qu'on ait obtenu la finesse voulue.

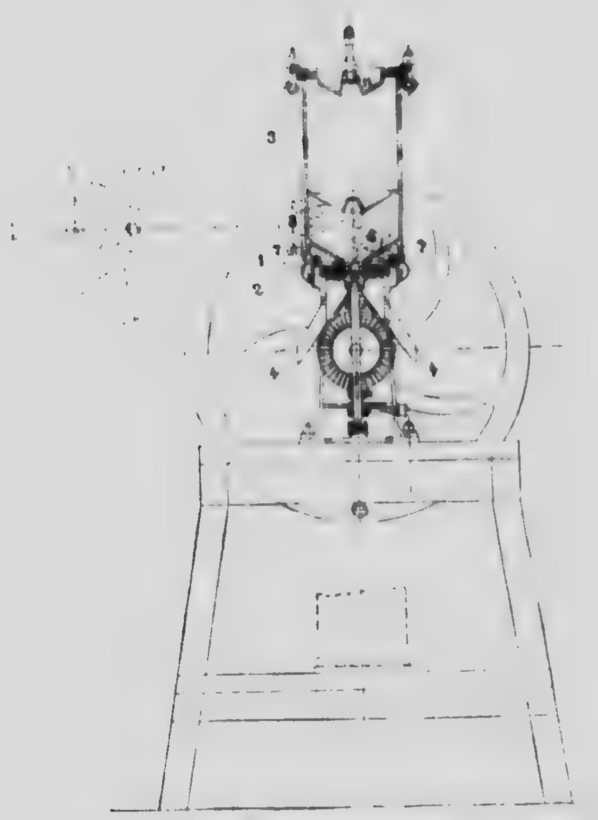


Fig. 44. Broyeur de Talmie

Un autre appareil qui a donné de très bons résultats est le broyeur à cylindre Talmie (Fig. 44 et 45). Il est formé de deux meules en granite de Suède (1) et (2) et d'un cylindre agissant comme trémie (3). La meule inférieure est mobile et la meule supérieure est fixe; en rendant l'axe attaché à la meule mobile automatiquement ajustable on est sur d'avoir toujours les deux meules parallèles. Le fonctionnement de l'appareil est fort simple: on verse les ingrédients dans la trémie et à l'aide d'un poids ou de l'air comprimé, on les fait pénétrer entre les meules: ils en sortent broyés à la périphérie et tombent dans le récipient placé en dessous.

On peut ajuster la meule mobile par une vis (5), suivant la finesse désirée. La trémie se termine par le cône (6) qui amène la pâte au centre de la meule fixe, tandis [illegible] espace libre (7) peut être parcouru par l'eau froide ou chaude ou la [illegible]ur amenée par la tubulure (8). L'appareil [illegible] mû par dessous comme l'indique la figure, soit à la main, soit par

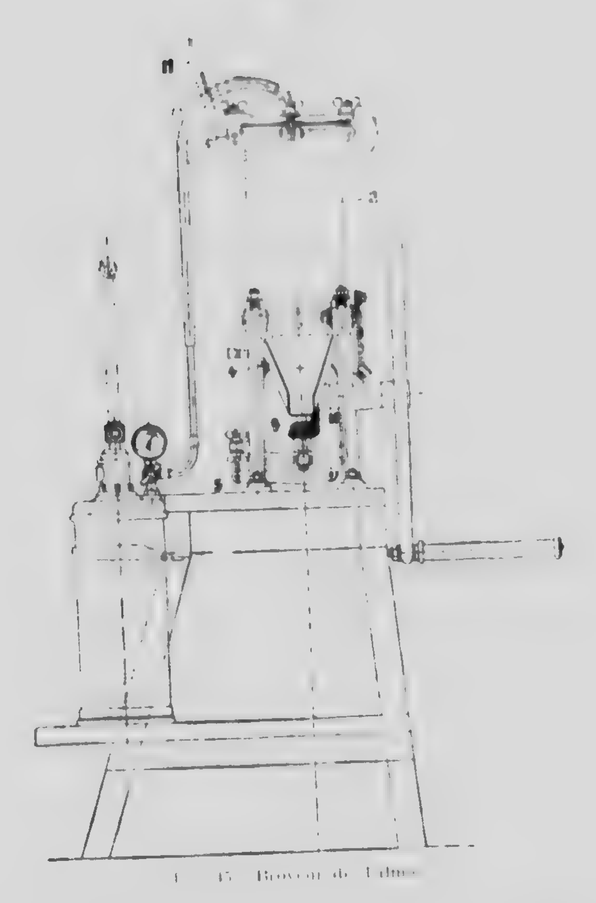


Fig. 45. — Broyeur de [illegible]

machine. Pour faciliter le nettoyage, le couvercle (11) peut être enlevé et la trémie cylindrique avec la meule fixe peut être basculée comme l'indiquent les lignes pointillées dans la figure 44. On peut alors nettoyer facilement les meules. La plupart de ces machines sont construites pour employer l'air comprimé et ont un petit compresseur avec réservoir; le volume de celui-ci contient la quantité d'air nécessaire pour une charge.

Les avantages de cet appareil sont

1.- Sa continuité.- L'appareil de Conté est intermittent. La pâte quand elle est broyée sort d'elle-même.

2.—Sa capacité, due à la vitesse à laquelle on peut le faire marcher.

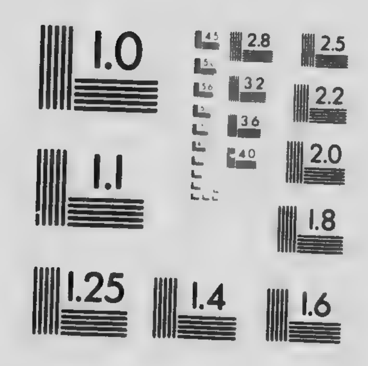
3.- Sa facilité de nettoyage.

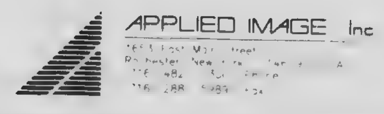
La pâte qui sort de ces appareils s'étant graduellement épaissie, il peut la travailler avec les mains comme on travaille la pâte à porcelaine.



MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

ANSI and ISO TEST CHART No. 2





On la malaxe et la pétrit sur des plaques de granite jusqu'à ce que toutes les bulles d'air aient disparu et que la masse soit homogène. On la conserve alors quelques temps dans un endroit humide.

Dans les grandes usines on fait ce malaxage à la machine. Un des appareils employés est représenté par les figures 46 et 47.

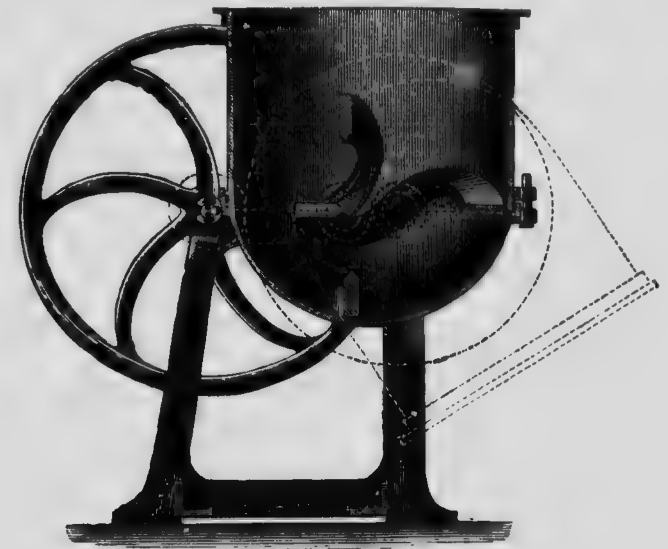


Fig. 46.—Malaxeur



Fig. 47.—Malaxeur.

Il est formé d'un vase où se déplacent en sens contraires deux agitateurs en fer. Ces agitateurs sont construits de manière à se nettoyer mutuellement à chaque révolution et grattent le fond de la cuve. Le malaxage est excellent et, en très peu de temps, sans absorber beaucoup de force, on obtient une masse homogène. Pour vider la cuve on la bascule comme l'indiquent les lignes pointillées sur la figure 46 et on continue à faire tourner les agitateurs de manière à nettoyer tout l'appareil.

Il existe plusieurs modèles de presses pour la fabrication des mines. Le principe est le même pour toutes: un piston comprime la pâte dans un cylindre dont la capacité varie avec les quantités à traiter. Les plus petits ont quatre pieds de hauteur et ont un piston attaché à une vis de 2 pouces; celle-ci est mue par une roue à dents qui reçoit son mouvement d'une vis sans fin actionnée par l'arbre moteur.

Le piston-plongeur est en fer et en bois et s'adapte exactement à l'intérieur du cylindre; le fond de celui-ci est percé de trous qui correspondent aux mines à obtenir. On met la pâte et on descend lentement le piston; la pâte sort alors à travers les orifices à la partie inférieure du cylindre. On coupe lorsque les filaments ont de deux à trois pieds et on les reçoit sur une planche polie.

Presque toutes les presses modernes répondent à la description précédente; la maison L. & C. Hardmuth emploie encore ces presses sous leur forme la plus simple comme les représente la figure 48.

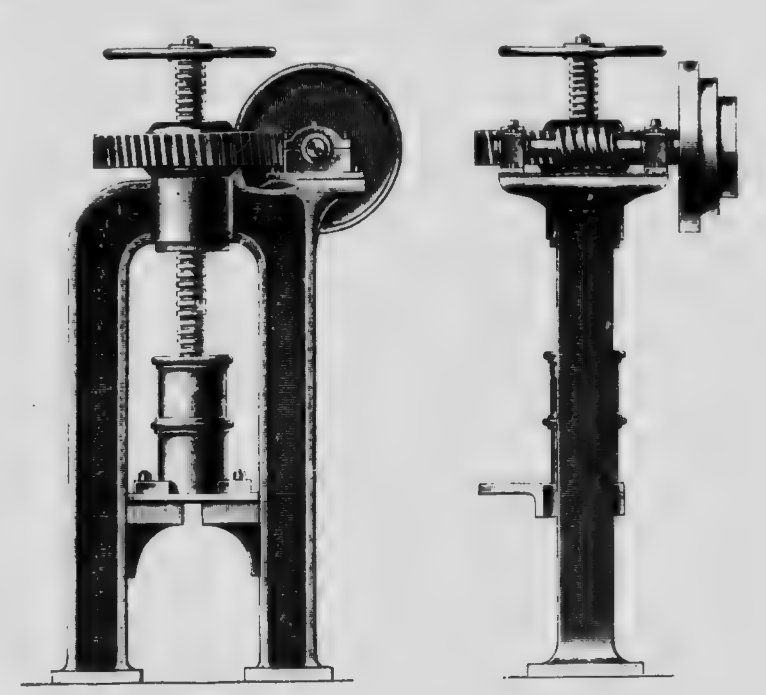


Fig. 48.—Presse à mines.

Fig. 49.—Presse à mines.

D'après Kohn (Karmarsch-Horens techn. Worterbuch) les presses à mines de crayons sont formées d'un cylindre vertical dans lequel se déplace un piston-plongeur mû par une vis sans fin. Le fond du cylindre, au lieu d'être une plaque de bronze ou d'acier, est formé d'un anneau

tronc-conique et est en acier; on y fixe temporairement un morceau d'acier correspondant à la mine à mouler et on verse autour un métal ou un alliage; après refroidissement on enlève le moule d'acier. Cette méthode a l'avantage de permettre facilement les réparations. La pâte comprimée dans le trou est reçue sur une planche polie horizontale. Après un premier séchage on place les mines dans des rainures et on les maintient entre deux planches de manière à ce qu'elles restent droites au séchage.

D'après Buchwald, les nouvelles presses sont construites de manière à ce qu'en changeant le fond des cylindres on puisse facilement produire des crayons de différentes formes et de différentes épaisseurs. De plus, les mines aussitôt moulées sont reçues sur une toile sans fin, ce qui évite toute déformation ou brisure; un couteau les coupe de la longueur voulue. Il est de la plus grande importance que ces mines soient parfaitement droites car la plus légère déformation les empêcheraient d'entrer dans les rainures; 1/100 de millimètre est souvent suffisant pour rendre la mine inutilisable. Toute mine déformée au moulage est remélangée à la pâte. Dans beaucoup de presses modernes le cylindre est chauffé de telle manière que la mine quitte celui-ci presque sèche, ce qui réduit de beaucoup le séchage subséquent.

La figure 50 représente une presse de cette nature. Les cylindres (ee) dans lesquels on met la pâte sont fixés à une plaque épaisse (c). Les tiges (ff) sont terminées par des pistons plongeurs et attachées à une traverse (i) qui est mue par le piston-plongeur de la presse hydraulique (k). Cette traverse est aussi attachée par deux tiges au piston (r) de la presse hydraulique (l). Les deux presses ont une même pompe de manoeuvre et on peut soit envoyer l'eau en (k) et faire descendre les pistons, soit l'envoyer en (l) et les faire monter.

Les cylindres (ee) sont entourés d'une enveloppe où peut circuler de l'eau chaude ou de la vapeur, ce qui permet le séchage partiel de la pâte comme nous l'avons déjà dit. Il est utile de vérifier la température à l'aide d'un thermomètre, car lorsque c'est trop chaud la pâte peut boucher les orifices. On refroidit les mines à la sortie du cylindre à l'aide d'un ventilateur attaché à celui-ci.

Un levier (p) permet la manoeuvre des pistons dans un sens ou dans l'autre.

La cuisson est une des opérations les plus difficiles dans la fabrication des crayons; on a tôt fait d'obtenir des mines réfractaires, déformées et inutilisables si on laisse la température s'élever trop brusquement. Les morceaux eux-mêmes étant cuit ne peuvent resservir dans la pâte. Plus la température est élevée plus les mines sont dures pour une composition donnée de la pâte.

On détermine pour chaque pâte par des expériences préalables la température qui convient pour les crayons durs et pour les crayons mous. On se sert généralement du pyromètre de Wedgewood. La cuisson a lieu

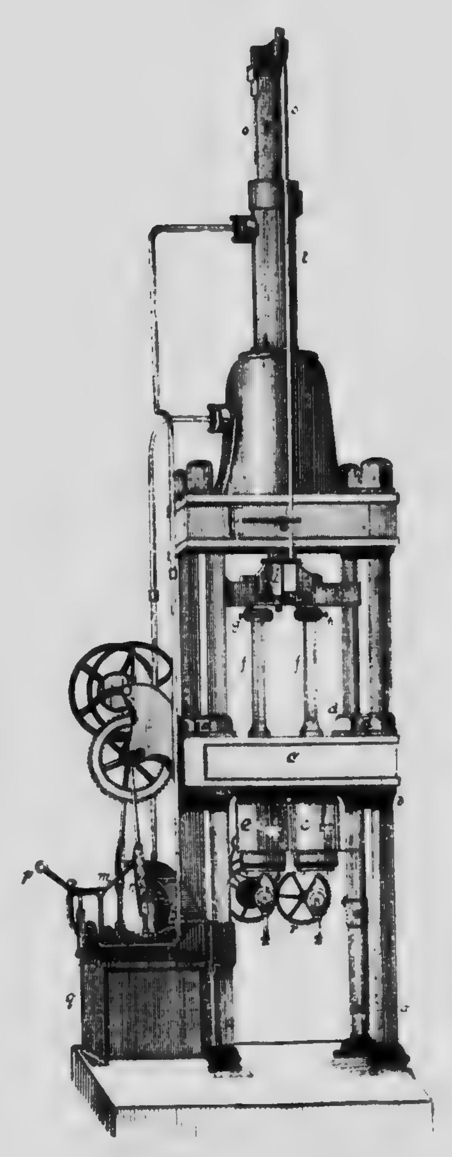


Fig. 50.—Presse à mines perfectionnée.

dans des creusets dans lesquels les mines sont placées verticalement au milieu de poudre de charbon de bois, une couche de plusieurs pouces de la même substance recouvrant le tout. On ferme alors le creuset avec soin et on le place dans un four spécial.

Conté avait imaginé un four qui, vu sa forme compliquée, ne peut être employé que pour les crayons de très bonne qualité.

Les crayons mous sont plongés dans la cire après la cuisson ce qui les rend plus résistants.

Une série d'essais faits dans les premiers temps par Conté et Humblot ont prouvé qu'on ne pouvait pas obtenir des crayons d'une dureté donnée et uniforme en se servant seulement d'argile et de graphite.

Conté et Humblot arrivaient à produire de tels crayons en trempant les mines sèches dans des solutions salines plus ou moins concentrées, laissant sécher et cuisant ensuite. La masse devient plus dure sans perdre de son uniformité. Les sels à préférer pour cette opération, sont les sulfates.

Depuis une dizaine d'années on se sert de très bonnes machines à couper le bois, presque toutes de création américaine et le travail du bois à crayons a été bien modifié. Autrefois, le travail était presque entièrement fait à la main ou avec quelques machines primitives; aujourd'hui tout le travail est mécanique et naturellement beaucoup plus rapide. Quant aux espèces de bois, dont on se sert, ce sont le pin et le sapin pour les crayons ordinaires et le cèdre pour les crayons de bonne qualité; parmi les bois compris sous le nom de bois de cèdre et employés pour les crayons on peut citer: le bois du *Juniperus Virginiana*, celui du *Cupressus Thyoides* et celui du *Cedrella Odorata*.

Afin de donner une idée du bois consommé par l'industrie des crayons nous dirons qu'en 1906 on a produit aux Etats-Unis 350,000,000 de crayons qui ont demandé 110,000 tonnes ou 7,300,000 pieds cubes de bois (300 tonnes ou 20,000 pieds cubes par jour). Comme la plus grande partie de ce bois est du cèdre rouge, les réserves de cet arbre disparaissent et on n'a pas trouvé de bois qui le remplace. Chaque Américain, d'éducation moyenne, âgé de plus de dix ans, use six crayons américains par an. Il y a dix ans il n'en usait pas cinq.

Le grain du cèdre rouge est tendre et mou et quand il croit dans de bonnes conditions il est facilement exempt de défaut. Ces qualités font qu'il est difficile de le remplacer. Il est probable qu'aucune autre industrie n'exige le bois de cèdre au même degré que celle des crayons; on peut ajouter que le bois de cèdre à crayons est le seul dont le prix se donne à la livre.

Bien que le fait soit curieux, il n'en est pas moins vrai qu'on a pris aucune mesure pour s'assurer des ressources en cèdre dans l'avenir. Ceci est sans doute dû au manque de connaissances sur la croissance de cet arbre et à la croyance populaire que le cèdre de seconde venue n'atteint jamais les dimensions marchandes.

En conformité avec son système d'encourager l'exploitation rationnelle des arbres aux Etats-Unis, le service forestier américain, après avoir étudié le cèdre rouge, a conclu de ses recherches qu'il pouvait être cultivé

PLANCHE XX



Presse à mines dans la fabrique de A W Faber à Stein, près de Nuremberg

avec avantage dans les régions où il pousse naturellement. Quelques modifications devraient être apportées aux méthodes d'exploitation actuelles.

Dans les forêts méridionales on devrait au lieu de le couper tout jeune comme pieux à clôture le laisser atteindre toute sa crue et on pourrait alors en disposer en faveur de l'industrie des crayons.

Le bois au moment de s'en servir, doit être parfaitement sec et ne doit pas être influencé par les conditions atmosphériques; sinon le crayon se gauchirait et briserait la mine; il doit aussi être à grain droit et être tendre, avant tout pour favoriser son travail à l'usine.

Actuellement tout le bois des crayons est taillé à la machine. On se sert toujours de deux pièces: celle qui porte les rainures plus épaisse et celle qui recouvre la précédente, plus mince mais unie.

La figure 51 représente une machine à tailler les rainures (a) est l'établi auquel est attaché par des tourillons (b) un arbre (c) mû par une

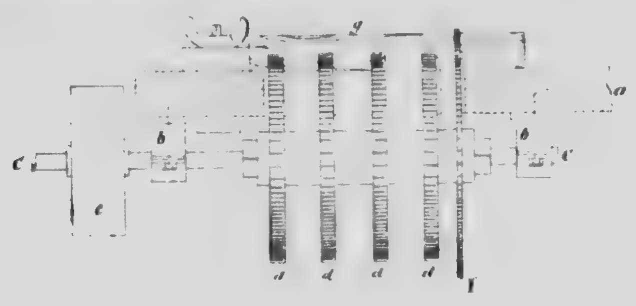


Fig. 51.—Appareil à tailler les rainures et à scier les bois à crayon.

e); (dd) sont des scies circulaires qui taillent les rainures; leurs s ont une section demi-ronde, carrée ou trapézoïdale suivant la section de la mine; (f) est une scie fine qui découpe la planche en bois contenant 4 rainures chacun; les deux opérations sont simultanées et exigent seulement le passage de la planche sur la table.

On place alors les mines dans les rainures sur le bois enduit de colle. Les rainures peuvent correspondre exactement à la mine comme le montre la figure 52c ou au contraire être plus profonde que celle-ci et laisser sur le dessus un espace que l'on remplit ensuite avec une petite baguette de bois (Fig. 52a).

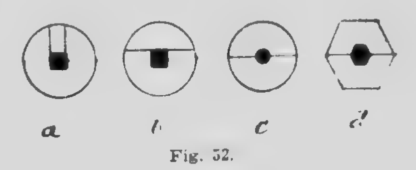


Fig. 52.

Si les mines sont à section circulaire ou hexagonale, les rainures ont même section et les deux bois dans ce cas doivent être rainés, chacun ayant une demi rainure (Fig. 52 c et d).

Les deux bois sont collés et maintenus dans des presses à vis ordinaires jusqu'à ce qu'ils soient secs; on sépare alors les crayons et chacun d'eux est tourné ou taillé de la forme voulue dans des machines spéciales. La plupart du temps, surtout pour les bonnes qualités, on les vernit avant de les livrer au commerce. La marque de fabrique et le nom du fabricant sont placés en dernier.

Autres usages

En dehors des creusets et crayons, on commence seulement à se rendre compte de l'utilité du graphite et les différents usages auxquels on l'emploiera dans l'avenir peuvent à peine être entrevus. Sans prétendre étudier toutes les industries dans lesquelles il a déjà été employé, nous allons donner un aperçu des points saillants de ces différentes utilisations.

Lubrifiants

Avec le développement des machines lourdes, le travail exigé des lubrifiants est devenue de plus en plus difficile. L'huile ne convient plus dans beaucoup de cas et dans beaucoup d'autres elle ne peut être utilisée qu'avec une dépense exagérée. On s'est donc rejeté sur les graisses, puis sur les solides: graphite, mica, talc, soufre, etc. On a beaucoup étudié la question des lubrifiants; on a aussi beaucoup écrit à ce sujet, ma. [illegible]ut se résume dans ce mot d'un ingénieur bien connu: "Plus on peut employer un lubrifiant solide, meilleure est la lubrification."

Aux débuts tout ce qui, quand on le frottait, avait le brillant du noir à poêle était considéré comme plombagine et comme lubrifiant. Mais les résultats obtenus étaient très irréguliers par suite du manque d'uniformité, de la grosseur incorrecte des grains et du manque de pureté; le produit fut rejeté par les praticiens. C'est en 1868 que des expériences précises commencèrent aux Etats-Unis dans le but de produire un bon lubrifiant au graphite, et les résultats obtenus ont été très satisfaisants.

On classe les lubrifiants, fluides, les huiles; pâteux, les graisses; et solides. De toutes les substances appartenant au troisième groupe, le graphite est la plus remarquable; la seule chose dont on puisse s'étonner, est qu'il ne soit pas plus employé quand ses qualités sont si bien reconnues. Tout le monde sait ce qu'il peut rendre de services avec des coussinets trop chauds; et cependant il n'est pas employé comme il devrait l'être

Le coefficient de friction du graphite est très faible. Il est inattaqué par les acides, les bases et n'est pas affecté par les changements notables

de température supérieure au rouge. En tous cas il conserve toujours son faible coefficient de friction. Le graphite est mou et adhère bien aux surfaces métalliques sous une légère pression. Cette propriété permet de faire disparaitre les inégali 's des deux surfaces métalliques en contact en les recouvrant d'un vernis de graphite qui réduit leur coefficient de friction à celui du graphite et les protège en outre contre l'action des vapeurs. Ceci est surtout vrai des cylindres et explique la valeur du graphite pour lubrifier les cylindres où on emploie la vapeur, des gaz ou de l'huile à haute pression.

Les graisses et les huiles, qu'elles soient d'origine minérale ou végétale sont susceptibles de se décomposer et de donner d'autres corps sous l'action de la chaleur et de la vapeur, ceux-ci ayant souvent une action corrosive sur le métal.

Peu après la découverte du pétrole en 1859 on commença à se servir des huiles minérales comme lubrifiant. Avec elles on n'a pas à craindre de corrosions, mais elles manquent de consistance quand la pression est forte ou la chaleur élevée. Les mélanges d'huiles animales et d huiles minérales ont plus de corps et ne rancissent pas et on les a employés pendant longtemps pour la lubrification des cylindres. Mais l'emploi de vapeur aux hautes pressions et le développement des moteurs à pétrole et à gaz a nécessité l'emploi de cylindres surchauffés; à ces températures les huiles perdent leur viscosité ou bien se vaporisent et charbonnent, et le graissage devient insuffisant.

Les lubrifiants pâteux ont aussi été améliorés. Les graisses sont généralement composées d'un acide gras et d'une base; le savon qui en résulte peut être soluble ou insoluble; on le dissout dans une huile lubrifiante jusqu'à ce qu'on ait obtenu la consistance voulue. Le lubrifiant obtenu a plus de s que les huiles et il peut être employé sur les surfaces de friction protégées.

On se sert souvent des lubrifiants solides avec ceux-ci, la graisse servant de véhicule et permettant la mise en place du lubrifiant. On n'emploie pas ces mélanges pour le graissage des cylindres, pas plus qu'on ne le fait des graisses, car la chaleur et la vapeur décomposent ces corps qui charbonnent et encrassent les parois.

Comme nous l'avons dit, le graphite est le plus remarquable des lubrifiants solides. Les autres sont le talc, la poudre de lycopode et le mica. Vu la difficulté de "graisser" à l'aide de ces lubrifiants, on a cherché à s'en servir en les mêlant à d'autres substances pour former une partie des coussinets. On a accordé plus de 125 brevets pour substances anti-friction dont le graphite est la base. Récemment on s'est efforcé de trouver des appareils de graissage qui permettraient d'introduire le graphite dans le cylindre ou sur les coussinets. Il y en a de bons, mais la plupart des appareils de graissage sont faits pour les lubrifiants fluides ou semi-fluides,

et c'est pourquoi on ne se sert du graphite qu'incidemment et seulement en cas d'accident.

Des expériences de laboratoire faites avec la machine du professeur Thurston et des essais pratiques ont montré que pour être utile le graphite doit être d'une dimension donnée et parfaitement pur. Le graphite naturel n'est jamais utilisable tel quel. Il doit être purifié et cette purification ne doit pas être faite au hasard. On ne peut distinguer à la vue ou au toucher un graphite absolument pur et un graphite presque pur et cependant absolument sans valeur comme lubrifiant.

On recommande de l'employer sec pour les cylindres, mêlé à de la graisse pour les coussinets à forte pression et mélangé à de l'huile pour les coussinets à frottement léger. Il enduit les coussinets d'un vernis brillant et onctueux; la friction est alors très faible. Lorsqu'on le met sur des coussinets qui s'échauffent, il fait disparaître les inégalités, causes de friction, en les remplissant et rapidement les coussinets se refroidissent. Il est très utile pour les surfaces métalliques ou ligneuses exposées à des frictions. Il est particulièrement bien adapté au cas où le lubrifiant est soumis à de fortes pressions comme dans les engrenages, etc.

Il y a quelque temps, W. F. Downs, de Jersey City, N. J., a eu l'idée de composer un mélange graphitique qui pût être employé dans les godets à graisse. Des essais récents de ce mélange dans quelques-unes des grandes fabriques de machines ont prouvé que cette tentative avait été couronnée de succès.

TABLEAU 44

Lubrifiant	Quantité en Milligrammes	Pression totale sur le coussinet en livre	Température	Coéfficent de friction moyen	Nombre de minutes avant que le coussinet "crie"	Nombre total de pieds de surface de friction
Huile de cachalot	335	180	240	.0555	11	7,198
Graphite avec assez d'eau pour le distribuer sur les coussinets	120	180	234	.0596	30	19,635
Graphite mêlé avec du suif	235	120	340	.0936	38	24,216

• United States Mineral Resources, 1883-84, page 918.

L'idée de maintenir le graphite en suspension dans l'huile n'est pas nouvelle, mais elle semble paradoxale. Son application permettrait l'emploi du graphite dans beaucoup de circonstances où il est particulièrement recommandable. Le graphite a une densité de 2.3 environ et par suite de sa surface cristalline et de son faible coefficient de friction il tombe au fond encore plus rapidement que ne le ferait un autre corps de même densité. D'ailleurs les particules solides tombent moins vite au fond, dans l'huile.

Si les particules de graphite sont enduites d'une substances visqueuse sur les faces et que l'accroissement de surface soit notablement supérieure à l'accroissement de poids qui en résulte, la friction de la face visqueuse sur le liquide pourra être suffisante pour résister à l'effort de la pesanteur, diminué comme il l'est; le graphite restera alors en suspension dans l'huile. C'est ce qui est fait, prétend-on, dans le mélange mentionné plus haut; ce serait surtout avantageux pour le graissage des cylindres.

Pour être utilisé comme lubrifiant, le graphite doit, avant tout, être parfait, uniforme. Toute impureté causerait l'oxydation ou le durcissement des huiles avec lesquelles le graphite est mélangé, ou bien, si elle est d'une nature sableuse, provoquerait l'éraillement des surfaces en contact. Une opinion tout à fait courante, est que le graphite laminaire est le seul qui puisse être employé pour la fabrication des lubrifiants. Ceci s'explique par le fait que dans la majorité des cas, le graphite laminaire est le seul qui possède la pureté et les qualités lubrifiantes requises; cependant des essais ont montré que des graphites finement pulvérisés peuvent aussi être employés.

Dans les mines, les lubrifiants graphitiques sont très utiles. Quand les perforatrices sont montées, après les avoir nettoyées, il est bon d'appliquer un lubrifiant graphitique, fait surtout de fines lamelles, à toutes les parties qui travaillent. La machine a un fonctionnement plus doux et en même temps on emploie moins d'huile.

On se sert de graphite pur non mélangé à de l'huile pour la lubrification des compresseurs qui ne reçoivent que de l'air sec. Les machines aspirent elles-mêmes le graphite si on le place avec la main près des soupapes d'aspiration; on a d'ailleurs construit des appareils qu'on attache au cylindre et qui permettent au piston d'aspirer suffisamment de graphite pulvérisé pour lubrifier le cylindre. On a fait aussi des expériences analogues avec les cylindres à vapeur, mais les résultats n'en ont pas été publiés.

La plus simple, qui n'est peut-être pas la meilleure, façon de lubrifier les cylindres au graphite est, comme l'indique la Dixon Crucible Co., d'employer des godets à suif. On peut l'introduire à travers de très petites ouvertures sans qu'il les bouche. On en met une cuillère à thé avec

l'huile deux fois par jour, et il n'y a plus besoin d'y faire attention. Les lamelles de graphite sont envoyées une à une aux cylindres et forment un enduit parfaitement lubrifiant.

K. Drechsler, de Dresde, Allemagne a fait breveter un lubrifiant graphitique qui est formé de graphite intimement mélangé au blanc et au jaune d'un oeuf; le tout est séché et finement pulvérisé. On l'applique dans cet état aux parties des machines qui ont un mouvement lent.

Pour les arbres à rotation rapide, Donath (Der Graphit, page 130) recommande parties égales de graphite et de suif.

Pour les wagons on emploie: 36 parties de suif, 9 parties de gras de couenne, 9 parties d'huile de palme et 2 parties de graphite.

Enduits de Fonderie

En ces vingt dernières années, les procédés employés par les fondeurs ont fait de grands progrès. Tandis qu'on ne pouvait autrefois fondre que des pièces relativement légères, simples et mal finies, on fond aujourd'hui d'énormes pièces de formes difficiles et dont le fini est souvent remarquable; en réalité on produit maintenant à volonté des moulages de fonte malléable ou en coquille d'acier, etc., quel que soit leur poids, leur forme ou leur fini; mais chacune de ces espèces de fonte exige un enduit approprié. Au lieu du charbon de bois pulvérisé employé autrefois, on se sert à présent de talc ou de plombagine. Quand les conditions sont difficiles, on emploie cette dernière qui donne du corps à l'enduit et en même temps rend parfaite la séparation du moule et du moulage. On l'emploie dans tous les travaux délicats.

Les principaux avantages d'un enduit de graphite pur sont les suivants, d'après la "Joseph Dixon Foundry."

La plombagine est mise à la surface d'un moule pour empêcher l'adhérence du métal au sable. L'enduit de graphite évite le nettoyage des pièces et leur donne une bien meilleure apparence. Quand on emploie un bon enduit, il est facile de finir la surface des moulages à la machine; tandis que si le métal entraîne du sable, celui-ci forme des taches dures qui émoussent les outils. Le graphite est un bon enduit, parce qu'il est combustible; son effet quand le métal fondu est versé lentement, l'air qui se trouvait dans le moule et qui est entraîné par la coulée de métal est suffisant pour provoquer un commencement de combustion, ce qui forme une pellicule de gaz entre le métal et le moule. Le phénomène ressemble à celui de caléfaction qui fait rouler une goutte d'eau sur une plaque rouge, protégée qu'est celle-ci par une mince couche de vapeur. La couche de gaz formée entre le métal et le moule empêche toute adhérence entre les deux, tant qu'elle existe. Un bon enduit adhère bien au moule et brûle lentement et régulièrement, c'est-à-dire juste

pour former la couche de gaz en question, qui doit être produite aussi mince que possible et en même temps, tandis que le métal est en fusion.

Au contraire les mauvais enduits brûlent facilement, et le gaz produit peut s'amasser et former des poches en empêchant le métal de remplir le moule. C'est ce qui arrive souvent avec les enduits bon marché au charbon de bois. Certains enduits n'adhèrent pas suffisamment aux moules. Le fer en fusion, venant en contact avec eux, dessèche le sable et les entraîne en laissant le moule non protégé.

On ne peut créer un enduit qui réponde à tous les besoins d'une fonderie.

D'après ce qui précède, un enduit doit posséder deux qualités importantes: adhérence et combustibilité; tout dépend de l'équilibre qui existe entre ces deux propriétés; un enduit qui s'enlève n'est pas meilleur qu'un enduit adhérant qui brûle avant que le métal se soit solidifié.

Peintures au graphite

On emploie beaucoup maintenant le graphite dans les peintures, surtout dans celles qui sont destinées à protéger les constructions en acier. On en a peint dans le monde entier et les observations faites sous les climats les plus variés et dans des conditions extrêmes ont montré que le graphite donnait la meilleure et la plus économique des peintures. Un gallon de bonne peinture au graphite couvre une plus grande surface et la protège mieux de la rouille que ne le ferait toute autre peinture.

Les principaux ingrédients d'une peinture au graphite sont: du graphite dur en lamelles, de la silice pure et de l'huile de lin pure bouillie Le graphite laminaire conserve sa structure même quand on le réduit en poudre et protège mieux la substance liante que ne le ferait le graphite mou et amorphe.

On emploie la silice pour donner du corps; silice et graphite demeurent inaltérés par la chaleur, les acides et autres réactifs.

L'huile de lin donne un enduit résistant, analogue à du cuir et élastique, qui ne peut être surpassé pour sa résistance à l'usure. Le mélange d'huile, de silice et de graphite ne peut être autrement que durable et économique.

Il y a longtemps qu'on a recommandé le graphite pour la peinture; malheureusement la valeur de ce produit a provoqué l'envahissement du marché par un grand nombre de peintures dites au graphite et qui ne renferment pas ce minéral.

On emploie dans la fabrication de ces produits des "schistes carbonifères": ce sont des substances siliceuses mélangées de carbone qui ont l'apparence de graphite. On les pulvérise et on les mélange avec de l'huile; on cherche en même temps à convaincre le public qu'il ne doit pas employer de peintures au graphite pur.

Il n'y a pas de doute que le mélange d'huile et de graphite sèche lentement, trop lentement pour le grand nombre de clients qui préfèrent les peintures séchant rapidement, eussent-elles peu de corps; ce ne sont cependant pas celles qui donnent les meilleurs résultats. Il est d'ailleurs facile de remédier à une trop lente dessication en ajoutant un siccatif.

On choisit le siccatif qui convient dans chaque cas et on en met la quantité voulue. La plupart des graphites ou "pigments graphitiques" employés dans les peintures bon marché ne sont que des sous-produits ou des minerais pauvres, l'un et l'autre trop impurs pour pouvoir être utilisés comme peintures.

Dans certains cas, il est nécessaire d'employer du graphite pur comme on l'a fait pour l'enveloppe des câbles du pont de la East River, à New-York. La peinture dont on s'est servi est un mélange de graphite et d'huile; on ne pouvait employer autre chose qu'une peinture de la meilleure qualité, étant donnée la nécessité de protéger les câbles d'un pont de cette nature contre toute corrosion.

La bonne peinture à la silice et au graphite pèse 9.75 livre le gallon et couvre de 500 à 600 pieds carrés sur le métal et 350 pieds sur le bois. L'onctuosité du pigment en rend l'application sensiblement meilleur marché et prolonge la durée des pinceaux. Cette peinture toute préparée coûte environ $120.00 le baril de 50 gallons, ce qui fait $0.48 pour cent pieds carrés sur métal et $0.68 pour la même surface sur bois. Elle a été essayée sous tous les climats et a toujours donné d'excellents résultats.

La peinture au graphite des ponts et viaducs en acier dure de 5 à 15 ans, celle des toits métalliques, 10 ans et celle des cheminées en acier de 1 5 ans. C'est la meilleure peinture que l'on connaisse pour résister aux vapeurs sulfureuses.

Autres usages du graphite

On se sert du graphite pour les électrotypes, étant donnée sa grande conductibilité électrique. Une mince couche de graphite sur des moules en plâtre les rend conductibles sans déformer la reproduction galvanoplastique qu'on en obtient. On se sert dans ce but de graphite en lamelles fines et très pur.

Comme noir, le graphite est employé depuis bien des années.

On en enduit souvent les grains de la poudre noire. Fadejeff* le recommande pour l'expédition de la poudre noire afin de la rendre moins combustible; à cet effet on couvre le fond du baril qui sert de récipient d'une couche de deux pouces d'un mélange de charbon de bois et de graphite fininement pulvérisés; la poudre est mélangée aux mêmes ingrédients et est recouverte d'une couche analogue à celle du fond. On pré-

* Eng. & Min. Journal, 1903, page 677.

tend que la poudre ainsi arrangée brûle sans explosion. Avant de se servir de la poudre on en sépare les grains de la poussière de graphite, par un tamisage.

Comme noir à poêle, on emploie, d'après les statistiques dont dispose l'auteur, plus de 15% de la production totale du graphite. On trouve deux sortes de noirs dans le commerce, le noir en poudre qui n'est que du graphite lavé, vendu à la livre, comme en Europe, et le noir en pâte, formé de benzine, d'huile ou de savon et de graphite en poudre impalpable.

On ignore généralement que le graphite peut être employé pour empêcher les dépôts dans les chaudières (Donath). Une très petite quantité, ajoutée à l'eau, suffit. Si la chaudière est déjà incrustée, le graphite non seulement arrête les dépôts, mais les fines particules de graphite pénètrent dans les incrustations et les ramollissent; on peut alors les enlever facilement. Ceci a été prouvé par des faits. On a découvert l'action du graphite sur les incrustations incidemment en employant dans des chaudières de l'eau provenant d'une mine et légèrement colorée par le graphite. L'eau ne semblait contenir rien d'autre qui pût avoir donné ce résultat. On l'employa deux mois avant de s'en apercevoir.

On se sert de graphite dans un ciment à poêle ou à chaudières composé de 40 parties de graphite, 40 de baryte, 20 de brique réfractaire, 1.5 de chaux et 24 à 26 de vernis. On utilise ce ciment pour réparer les poêles, les chaudières, les revêtements de foyers, etc.

"The Morgan Crucible Co." et C. V. Speers, de Londres* ont fait breveter le 10 mai 1905 (brevet 409875) une méthode par laquelle le graphite laminaire ou cristallin, après avoir été tamisé dans un tamis de 100 mailles est moulé sous une pression de 20 tonnes au moins par pouce carré, la position du plan parallèle à la face pressée variant suivant l'usage auquel on destine ces pièces. Pour les balais de commutateurs les plans de stratification doivent être parallèles à la direction du courant, tandis que pour les surfaces de frottement ils doivent être perpendiculaires à la surface frottée.

* Eng. & Mineral Journal, 1905, II, 1017.

BIBLIGRAPHIE

BILHARZ—"Die Graphitlagerstaetten in Boehmer Wald" Zeitschfrit fuer praktische Geologie, 1904, p. 324.

BISCHOF, DR. CARL—"Die feuerfesten Tone," Leipzig, 1895.

BOEHMER, A.—"Die Fabrikation der Blei, Schwarz und Rothstifte, Leipzig, 1895.

BRUMELL, H. P. H.—"Canadian Graphite," Eng. and Min. Journal, 1903, p. 485.

BUCHWALD, AUGUST—"Bleistifte und ihre Herstellung nach bewaehrtem Verfahren," Vienne et Leipzig.

CANADA, RAPPORTS ANNUELS DU SERVICE GEOLOGIQUE—1863-66, p. 215-223. 1873-74, p. 106, 140-143, 201. 221. 1876-77, p. 489-510. 1878-79, p. 13D. 1879-1880. 1887-1888, p.28H. 1896, p. 16R. 1897, 638-738. 1898, p. 20M.

COOMARA-SWAMY, A. K.—"Ceylon Rocks and Graphite," Quarterly Journal of the Geological Society, 1900, Vol. LVI, p. 590.

DANA—Mineralogy.

DONATH, PROF. ED.—"Der Graphit" eine chemisch technische Monographie, 1904, Leipzig et Vienne.

ELLS, DR. R. W.—"Bulletin on Graphite", service géologique du Canada, 1904.

FABER, A. W.—"Die Fabriken und Geschaeftshauser der Firma—zu Stein bei Nuerenberg." Eine historische Slizze, 1896.

FEHLING,—Handbuch der Chemie, 3, 505.

GRUENLING, FR.—"Ueber die Mineralvorkommen von Ceylon." Zeitschrift fuer Krystall, 33, 1900.

HECHT,—"Graphit", Handbuch der Chem. Technologie von Dammer, 1895, Bd. 8, p. 260.

HOFFMANN, DR. C.—"Chemical Contributions to the Geology of Canada," (sur le Graphite canadien). Rapport du Service Géologique, 1876-77.

SERVICE GEOLOGIQUE DES INDES.—Rapport général, 1900-01, p. 12.

JAHRESBUCH DER CHEMISCHEN TECHNOLOGIE, 1886, p. 599.

LORENZ—"Graphit", Handbuch der Anorganischen Chemie von Dammer. 1894, Bd. II, Theil 1, p. 260.

LUZI, W.—"Graphitkohlenstoff," Beitrag zu dessen Kenntniss. Zeitschrift fuer Berg & Huettenwesen, 1901, p. 1, 22a.

LUZI & STOHMANN—"Kohlenstoff," dans Muspratt Tech. Chemie," 1893, Bd. IV, 1519.

MEYER, R. J.—"Graphit," Handbuch der Organischen Chemie von Dammer, 1903, Bd. IV, p. 531.

MINERAL INDUSTRY—1893, p. 339. 1898, p. 383. 1900, p. 380. 1902, p. 226, 349. 1904, p. 227.

MUCK, DR. F.—"Die Steinkohlen Chemie," Bonn, 1881.

NEWBERRY, PROF.—"On the origin and relations of the carbon minerals." Rapport Annuel de la "New York Academy of Sciences", Vol. 8, II N. 9. 1882.

NEW YORK STATE MUSEUM—"Report on the Mining and Quarry Industry, 1904," p. 929, 931.

OSAAN, A.—"Two Canadian Occurrences of Graphite." Rapport du service géologique, 1889, p. 66 O—82 O.

PASSAU—Jahresberichte des Naturhistorischen Vereins, 1886.

PITTMAN—Mineral Resources of New South Wales, 1901, p. 371.

RASSEGNA MINERELLA—Italie, Nov. 21, 1905.

REDLICH, DR.—"Metamorphismus der oberbaierischen Graphite," Zeitschrift fuer Berg und Huettenwesen, 1901, p. 403.

RICHADS, ROBERT H.—Ore Dressing, p. 422, 705, 818, 820, 823, 1075.

SANDBERGER, F.—"Beitrag zur Kenntniss des Graphits von Ceylon und seiner Begleiter," Neues Jahrbuch der Mineralogie, 1887, II. ihre Arbeiter in Vergangenheit und Gegenwart," Nuremberg, 1895.

SPERRY, ERWIN S.—"Graphite Crucibles, their use and abuse," "The Brass World", Janvier, 1906.

STONIER, GEO. A.—"Graphite Mining in Ceylon", Institution of Mining and Metallurgy, 1903.

THONINEUSTRIE ZEITUNG, 1879, 237. 1895, 3.

TSCHERMAK, Lehrbuch der Mineralogie.

UNITED STATES MINERAL RESOURCES, 1888, p. 361. 1882, p. 590. 1883-84, 1904, p. 1157.

WEINSCHENK, DR. E.—"Der Graphit, seine weichtigsten Vorkommnisse und seine technische Verwendung," 1904, Leipzig, Vienne.

WEINSCHENK, DR. E.—"Die Graphitlagerstaetten der Insel Ceylon," Abh. Bayr. Akad, der Wissensch, 21, 1900.

WEINSCHENK, DR. E.—"Die Formation der Graphite," Zeitschr, F. Prakt, Geol., Jan., 1903.

INDEX ALPHABETIQUE

A

Page

B

C

Page

Page

L

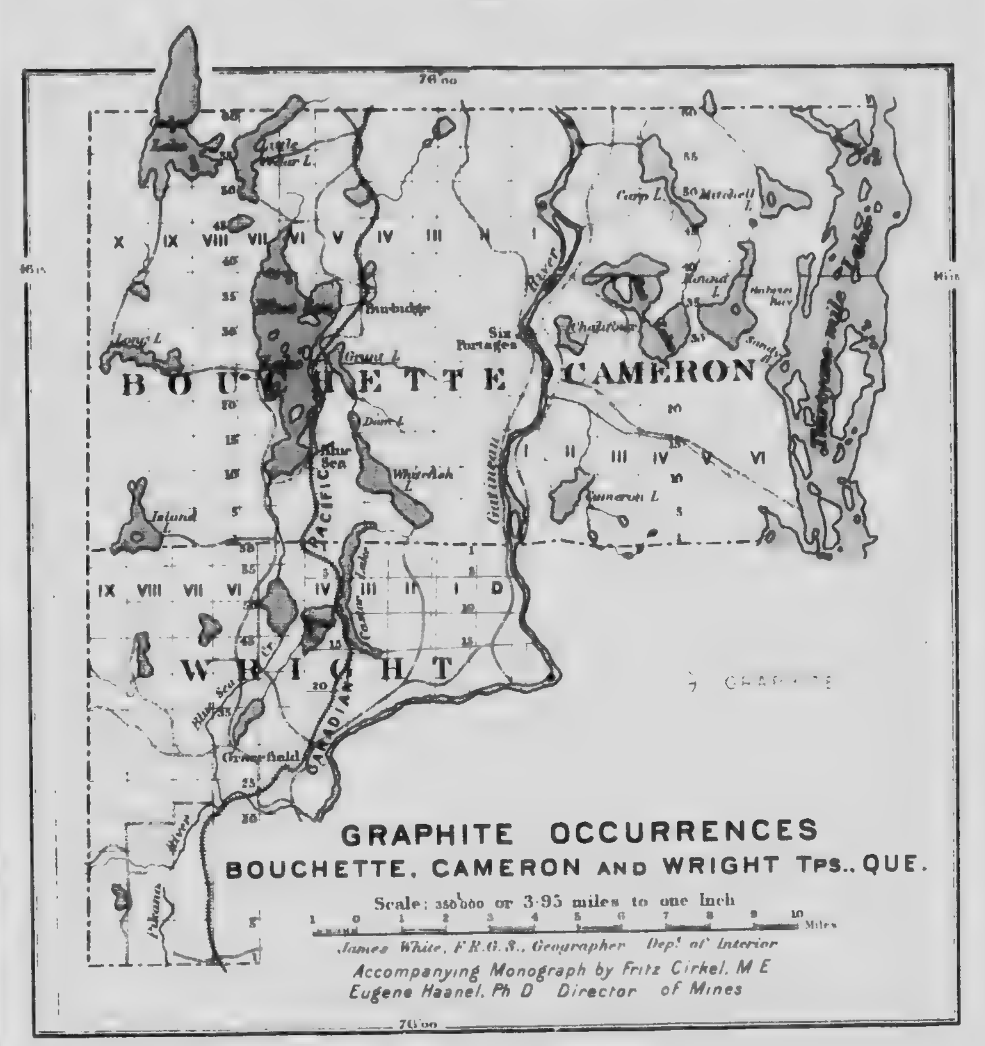
M

N

Department of Mines

HONOURABLE WILLIAM TEMPLEMAN, MINISTER

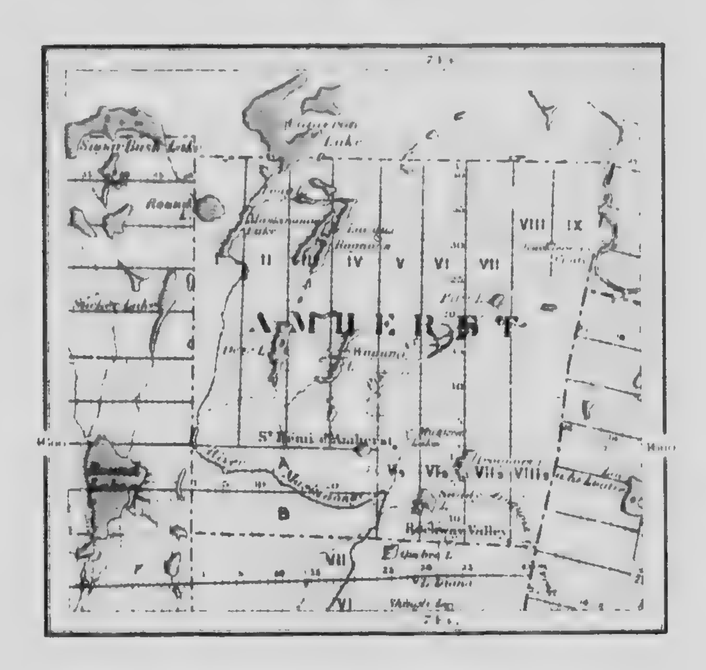
1907



Department of Mines

HONOURABLE WILLIAM TEMPLEMAN MINISTER

1907



GRAPHITE OCCURRENCES

IN AMHERST Tp., QUEBEC

Scale: 1/250,000 or 3·95 miles to one Inch

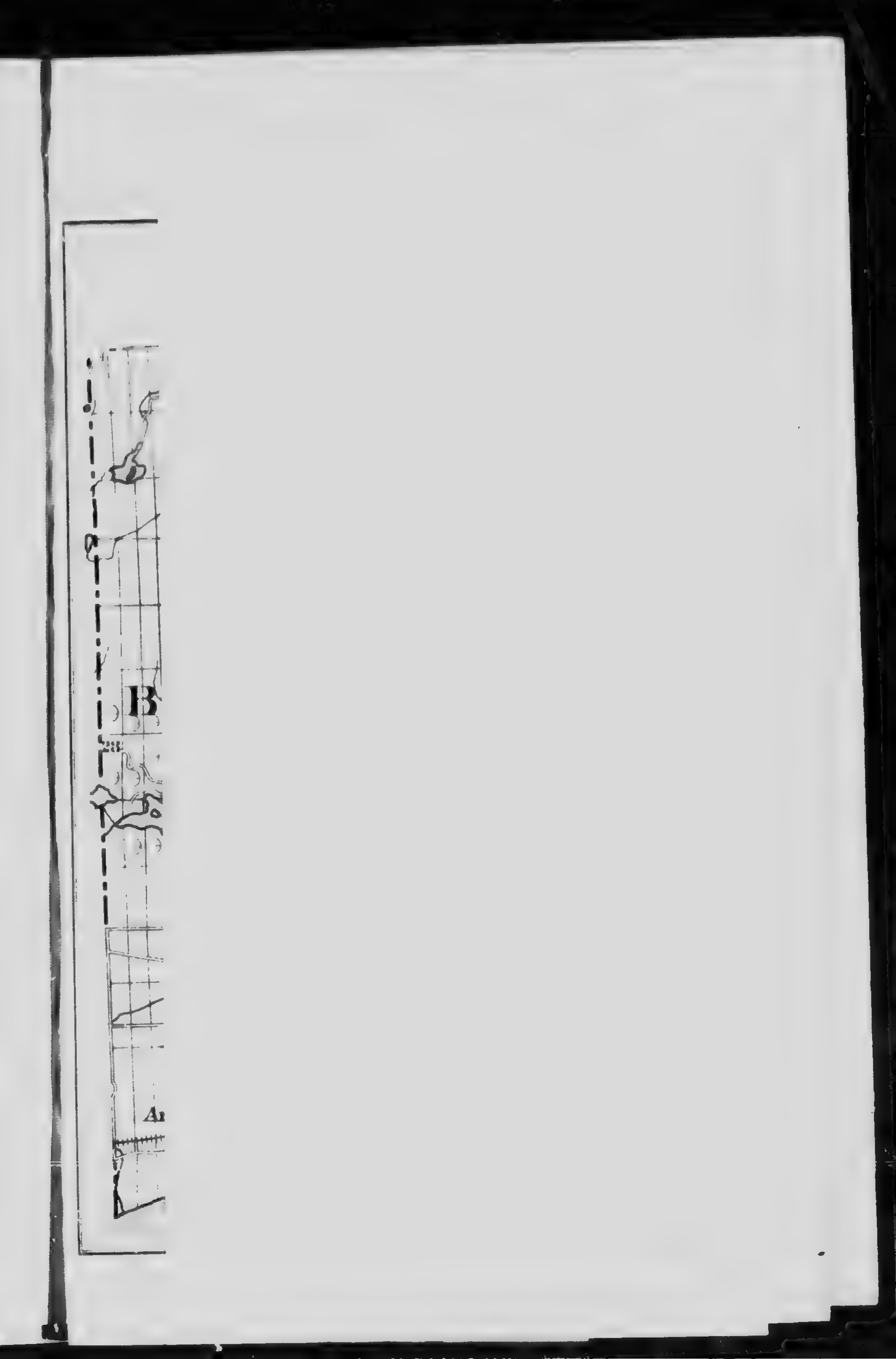
1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Miles

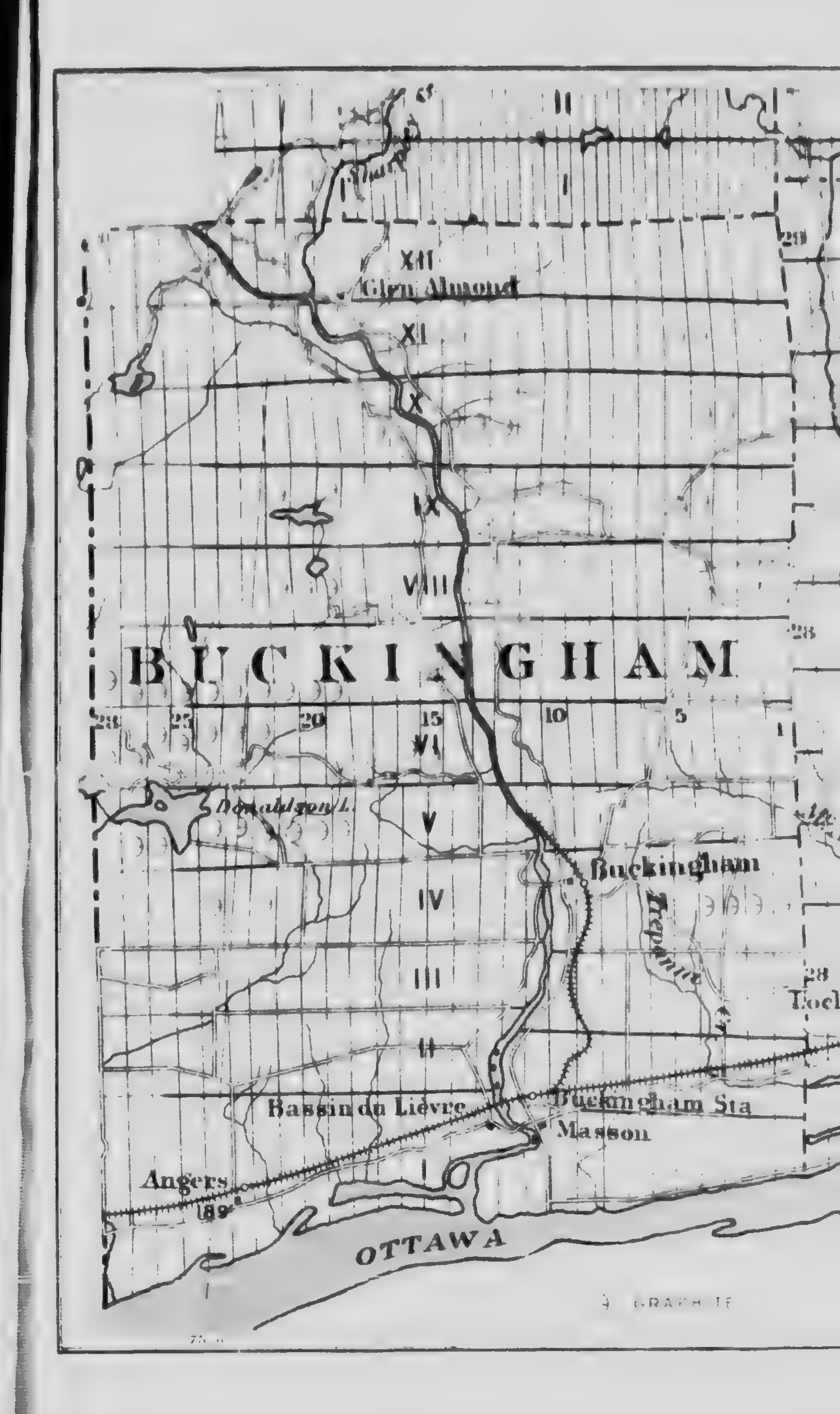
James White, F.R.G.S., Geographer Dep' of Interior

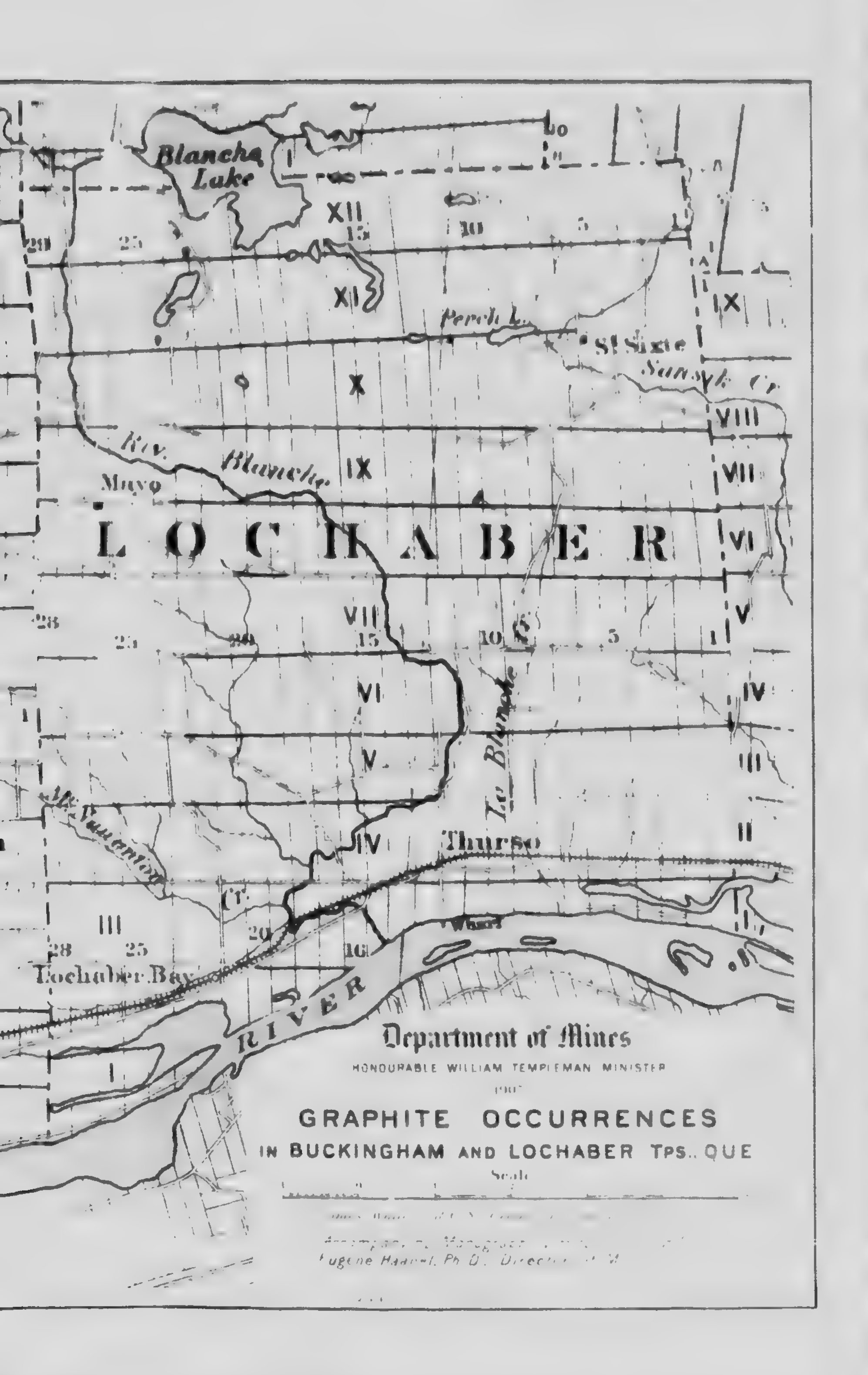
Accompanying Monograph by Fritz Cirkel, M.E

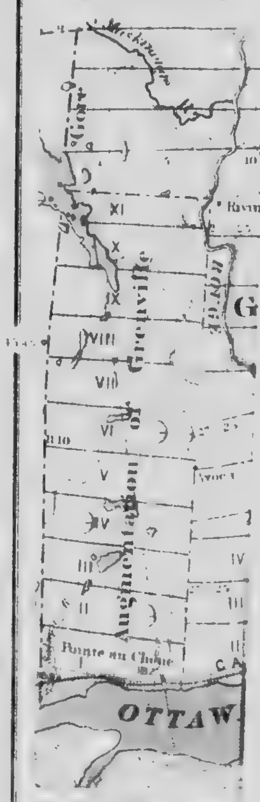
Eugene Haanel, Ph D., Director of Mines

∋ GRAPHITE




BUCKINGHAM
Glen Almond
Buckingham
Donaldson L.
Bassin du Lievre
Buckingham Sta
Masson
Angers
OTTAWA
XII
XI
X
IX
VIII
VI
V
IV
III
II
I

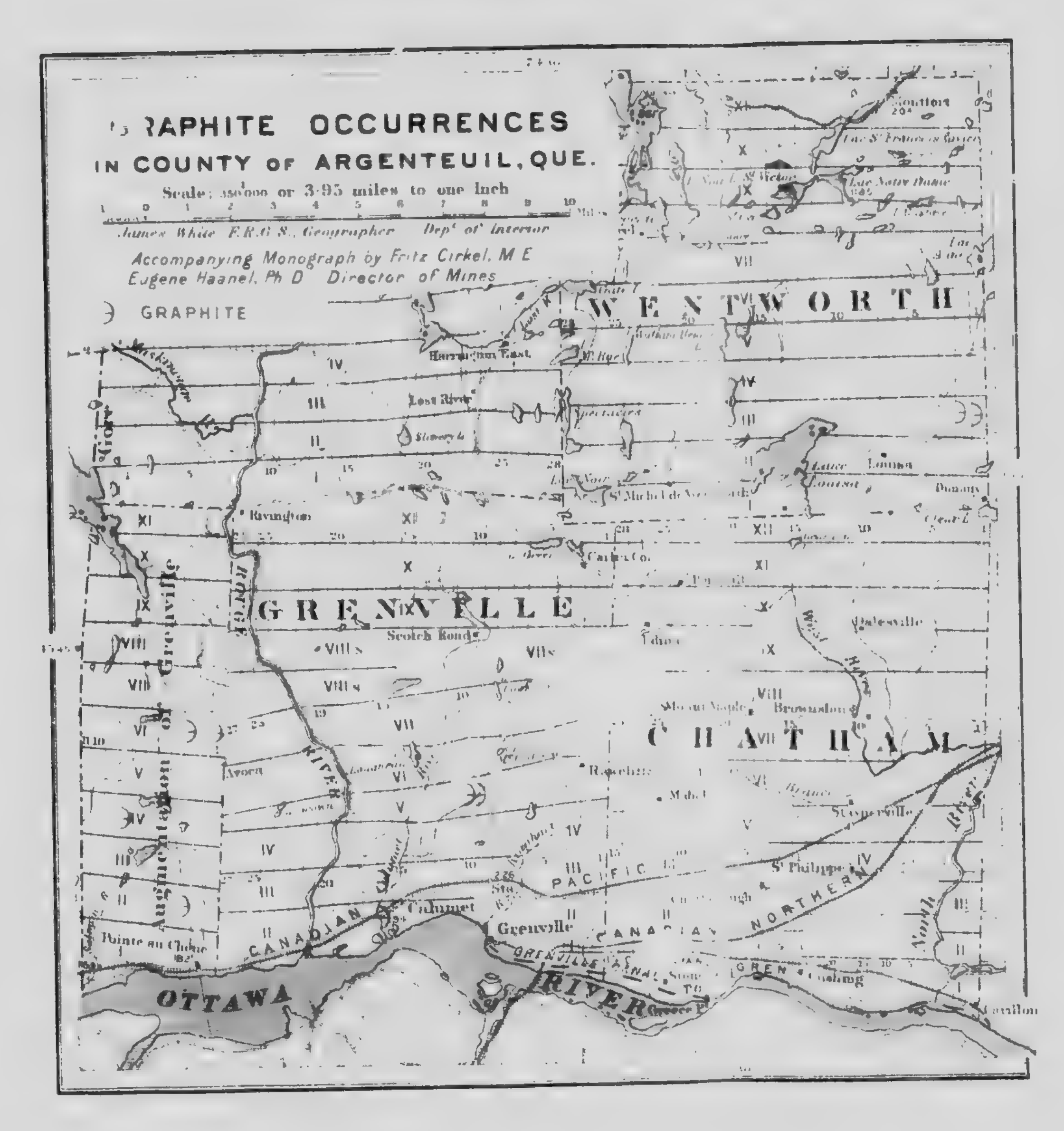

Blanche Lake
XII
XI
X
IX
Perch L.
St Sixte
VIII
VII
VI
V
IV
III
II
Riv. Blanche
Mayo
LOCHABER
Le Blanche
Thurso
Lochaber Bay
RIVER
Department of Mines
HONOURABLE WILLIAM TEMPLEMAN MINISTER
GRAPHITE OCCURRENCES
IN BUCKINGHAM AND LOCHABER TPS., QUE
Scale
Eugene Haanel, Ph.D., Director

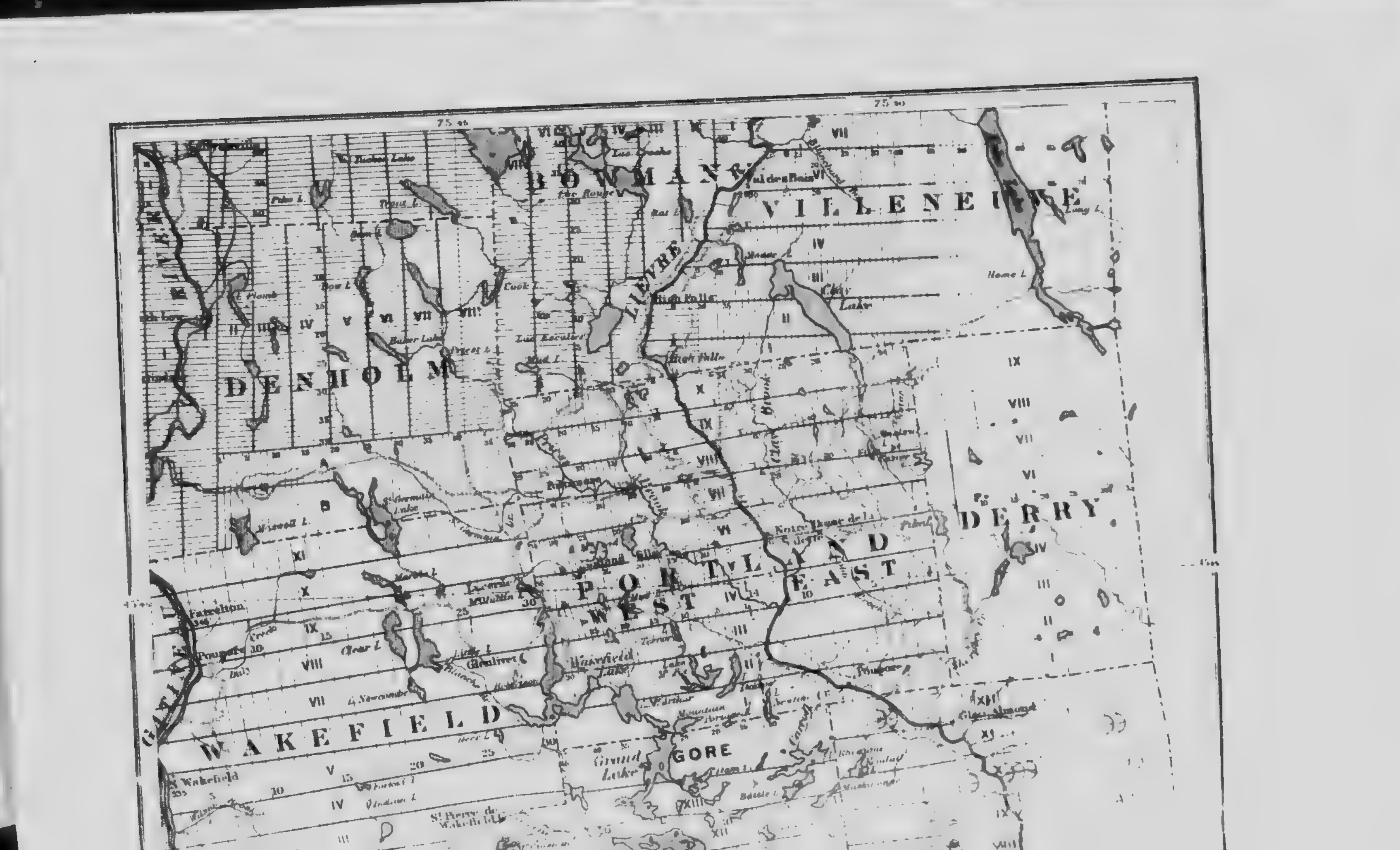

GRAPHITE
IN COUNTY O
Accompanying
Eugene Haanel
GRAPHITE
XI
X
IX
VIII
VII
VI
V
IV
III
II
Grenville
Augmentation
Pointe au Chêne
OTTAW

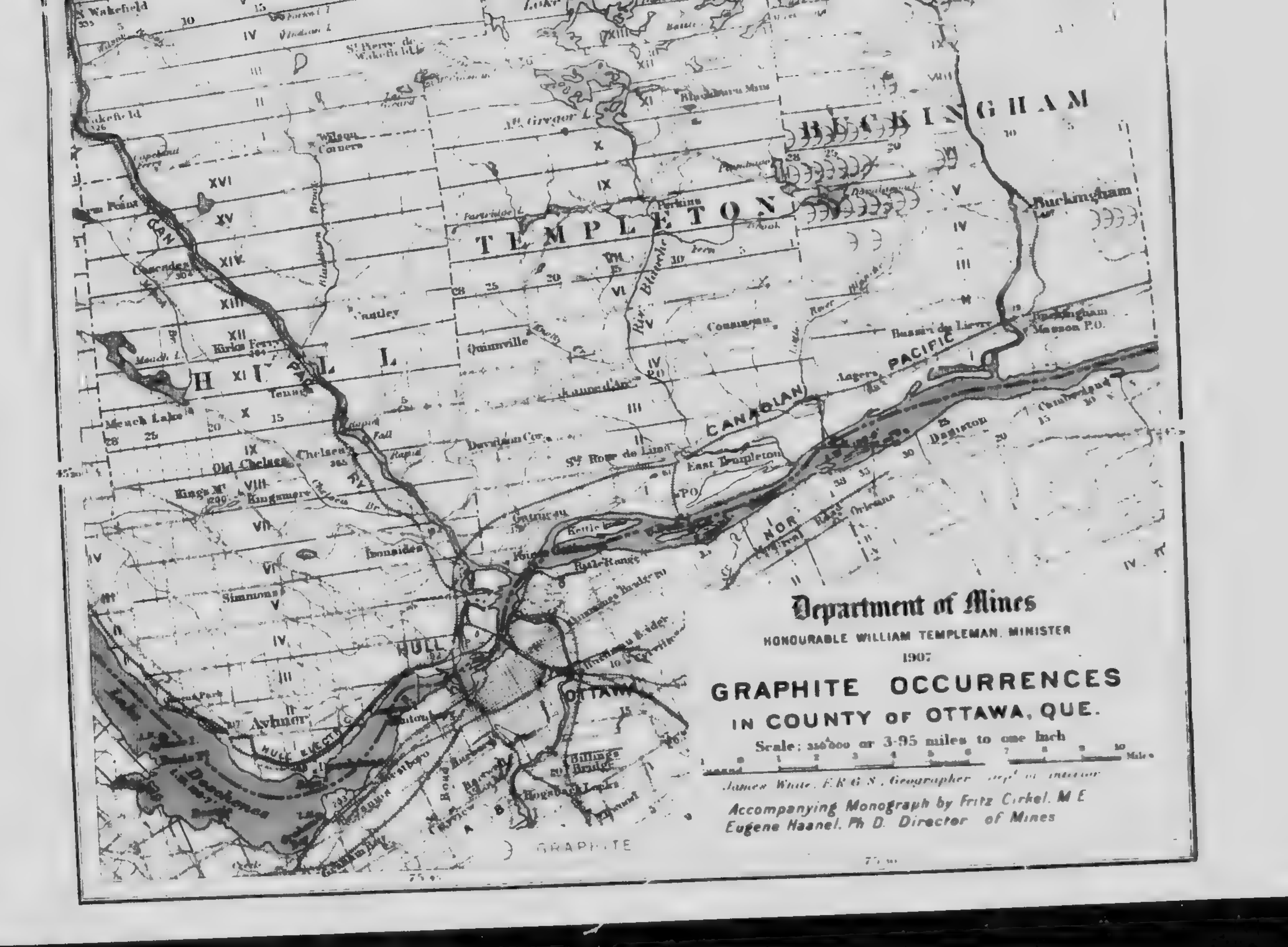
Department of Mines

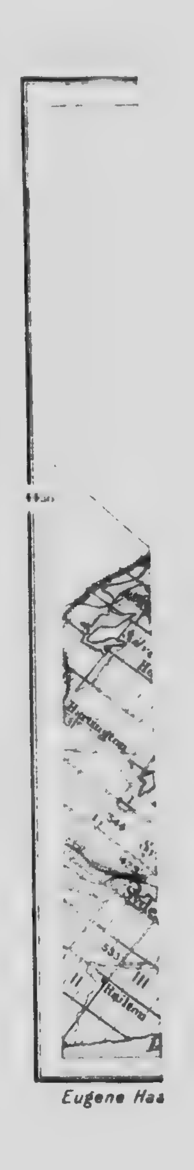
HONOURABLE WILLIAM TEMPLEMAN MINISTER

1907

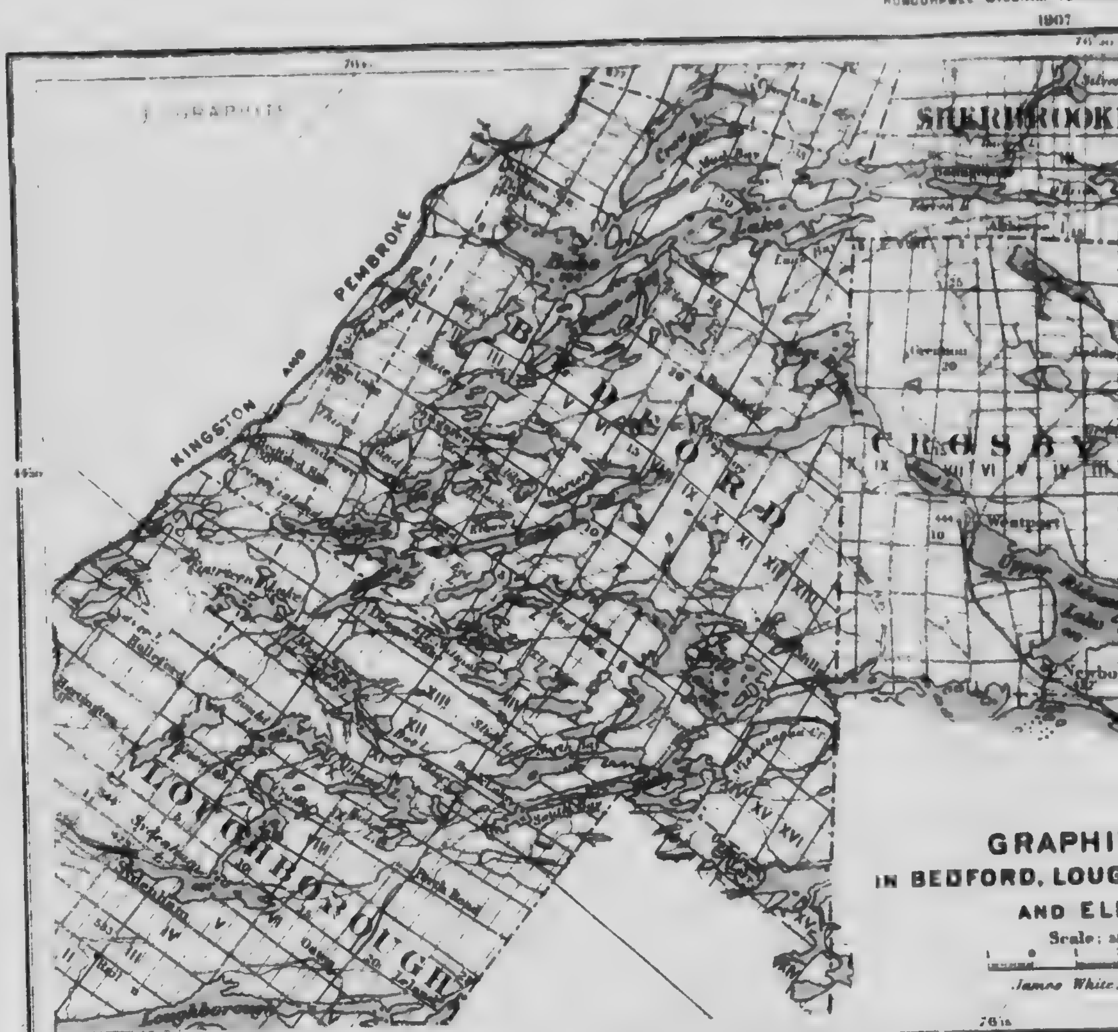



BOWMAN
VILLENEUVE
DENHOLM
LIEVRE
DERRY
PORTLAND WEST
PORTLAND EAST
WAKEFIELD
GORE
Grand Lake
Wakefield Lake
Clear L.
Cook L.
Home L.
High Falls
Baker Lake
Long L.


Department of Mines
HONOURABLE WILLIAM TEMPLEMAN, MINISTER
1907
GRAPHITE OCCURRENCES
IN COUNTY OF OTTAWA, QUE.
Scale: 250,000 or 3·95 miles to one Inch
Miles
James White, F.R.G.S., Geographer
Accompanying Monograph by Fritz Cirkel, M.E.
Eugene Haanel, Ph.D. Director of Mines
GRAPHITE
BUCKINGHAM
TEMPLETON
HULL
CANADIAN PACIFIC
Buckingham
Buckingham Masson P.O.
East Templeton
Ottawa
Hull
Aylmer
Chelsea
Old Chelsea
Kingsmere
Cantley
Quinnville
Perkins
Cumberland
Dalston
Wilson Corners
Cascades
Kirks Ferry
Ironsides
Simmons
Meach Lake
Lake Deschenes



Eugene Haa

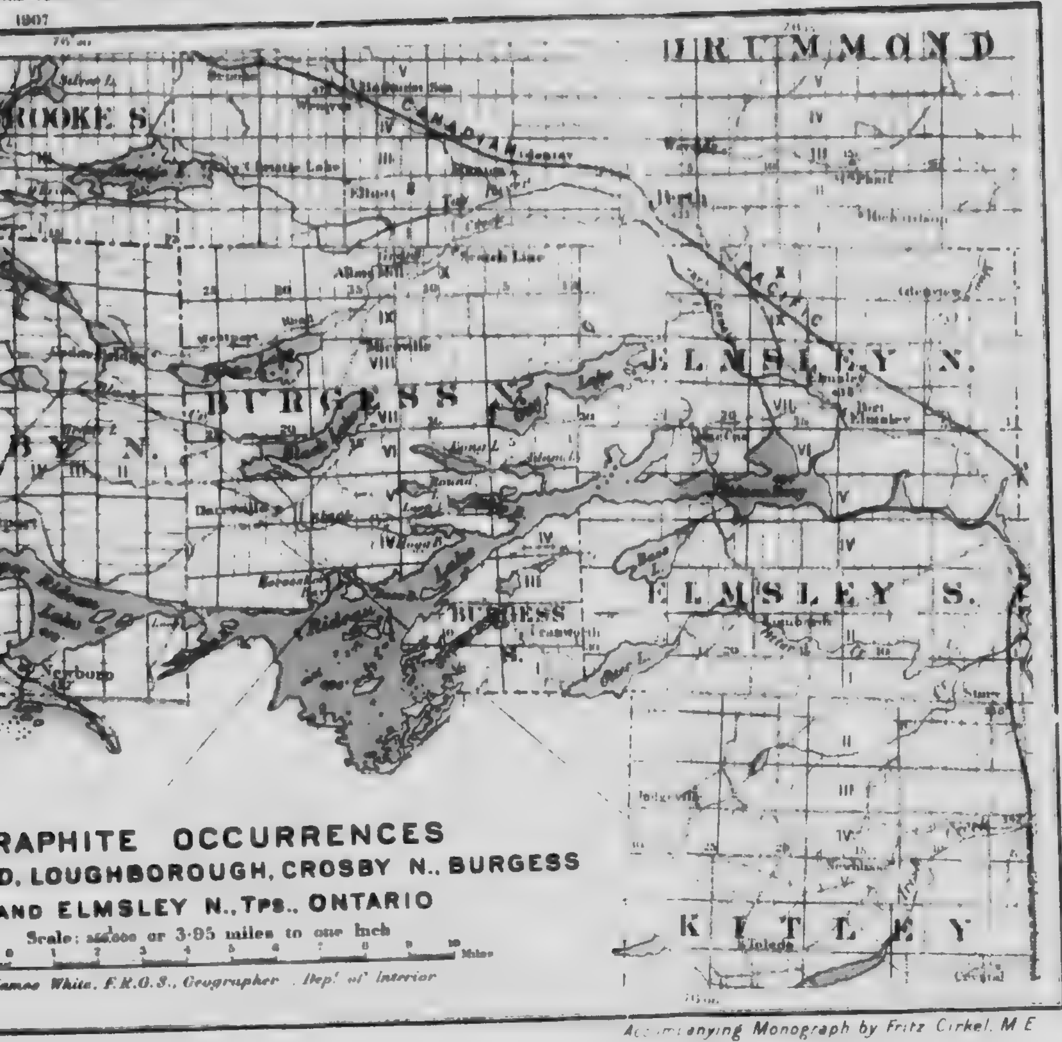


1907
KINGSTON AND PEMBROKE
B E D F O R D
C R O S B Y
LOUGHBOROUGH
Westport
GRAPHI
IN BEDFORD, LOUG
AND EL
Eugene Haanel, Ph. D., Director of Mines

ent of Mines

IAM TEMPLEMAN MINISTER

1907

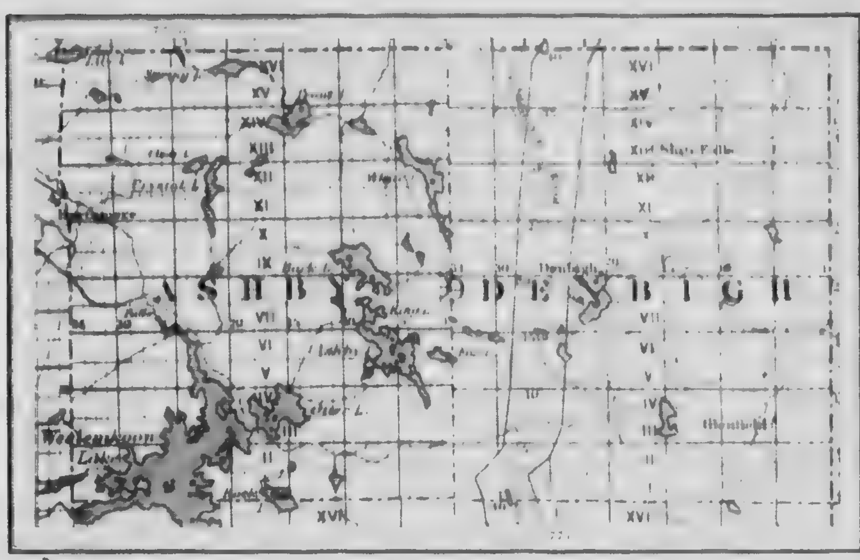


Accompanying Monograph by Fritz Cirkel, M.E.

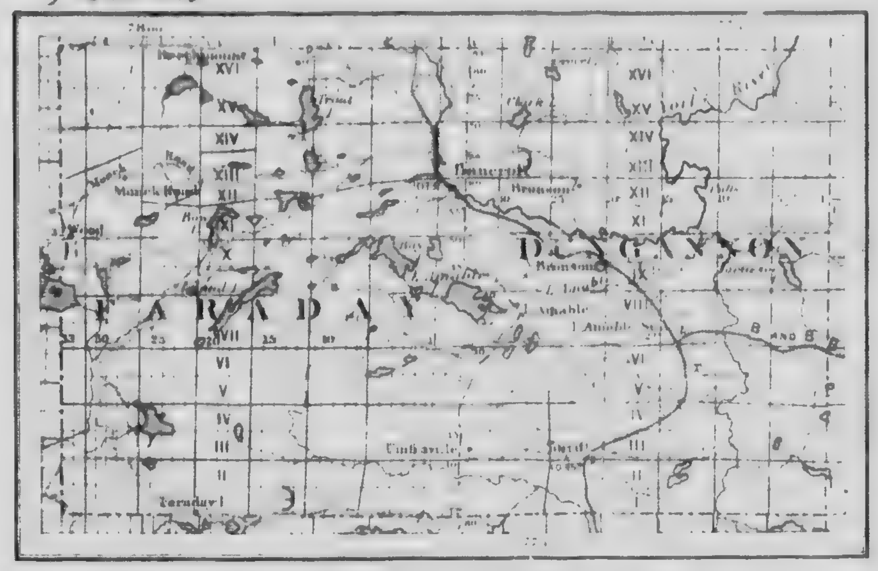
Department of Mines

HONOURABLE WILLIAM TEMPLEMAN MINISTER

1907







GRAPHITE OCCURRENCES

IN ASHBY, DENBIGH, FARADAY AND DUNGANNON TPS., ONT.

Scale, $\frac{1}{250000}$ or 3·95 miles to one Inch

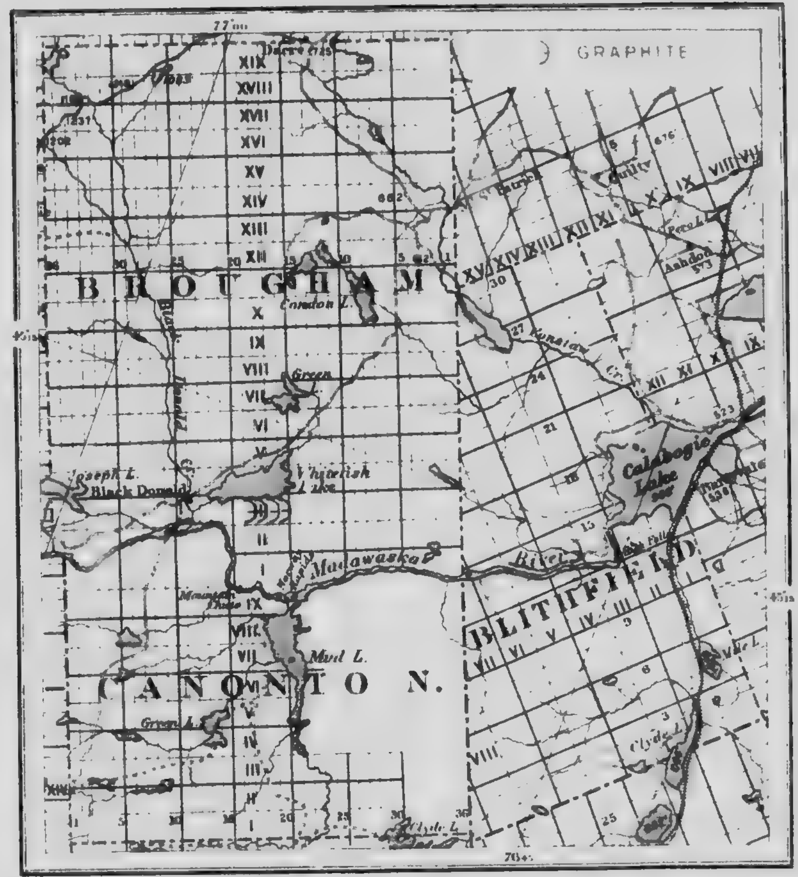
James White, F.R.G.S., Geographer Dep^t of Interior

Accompanying Monograph by Fritz Cirkel, M.E.
Eugene Haanel, Ph.D., Director of Mines

Department of Mines

HONOURABLE WILLIAM TEMPLEMAN, MINISTER

1907



GRAPHITE OCCURRENCES

IN BROUGHAM AND BLITHFIELD Tps., ONTARIO

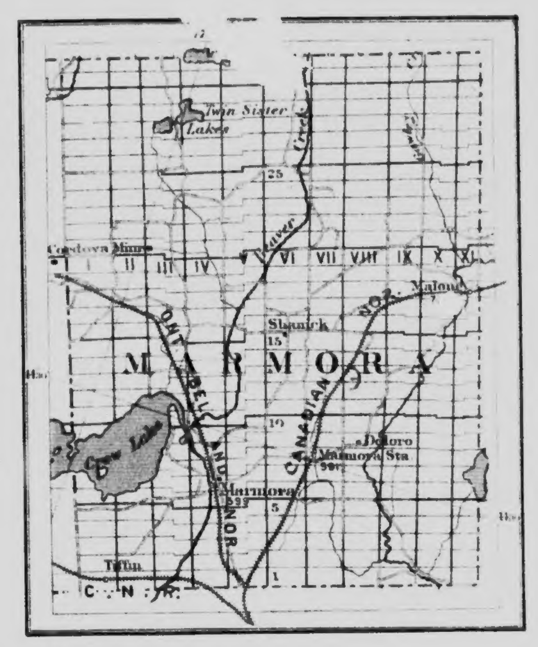
Scale; $\frac{1}{250,000}$ or 3·95 miles to one inch

James White, F.R.G.S., Geographer Dep.t of Interior

Accompanying Monograph by Fritz Cirkel, M.E
Eugene Haanel, Ph.D., Director of Mines

Department of Mines

HONOURABLE ''' 'M TEMPLEMAN, MINISTER



GRAPHITE

GRAPHITE OCCURRENCES

IN MARMORA TP., ONTARIO

Scale: 1/250,000 or 3·95 miles to one Inch

1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Miles

James White, F.R.G.S., Geographer Dep! of Interior

Accompanying Monograph by Fritz Cirkel, M.E.
Eugene Haanel, Ph.D., Director of Mines

Department of Mines

HONOURABLE WILLIAM TEMPLEMAN, MINISTER

1907



GRAPHITE OCCURRENCES

IN WESTMEATH TP. ONTARIO

Scale: $\frac{1}{350{,}000}$ or 3·95 miles to one Inch

1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Miles

James White, F.R.G.S. Geographer Dep.t of Interior

Accompanying Monograph by Fritz Cirkel, M.E.
Eugene Haanel, Ph.D. Director of Mines